



**L E M O U V E M E N T MORPHOGENETIQUE
APPROCHE MORPHOMETRIQUE E T
RESTITUTION GRAPHIQUE L'exemple de quelques
plantes tropicales**

Pierre-Eric Lauri

► **To cite this version:**

Pierre-Eric Lauri. L E M O U V E M E N T MORPHOGENETIQUE APPROCHE MORPHOMETRIQUE E T RESTITUTION GRAPHIQUE L'exemple de quelques plantes tropicales. Biologie végétale. Université Montpellier II - Sciences et Techniques du Languedoc, 1988. Français. NNT : . tel-00579761

HAL Id: tel-00579761

<https://theses.hal.science/tel-00579761>

Submitted on 24 Mar 2011

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

ACADEMIE DE MONTPELLIER

UNIVERSITE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DU LANGUEDOC

T H E S E

présentée à l'Université des Sciences et Techniques du Languedoc
pour obtenir le Diplôme de DOCTORAT
PHYSIOLOGIE, BIOLOGIE DES ORGANISMES ET POPULATIONS
"BOTANIQUE TROPICALE"

LE MOUVEMENT MORPHOGENETIQUE

APPROCHE MORPHOMETRIQUE ET RESTITUTION GRAPHIQUE

L'exemple de quelques plantes tropicales

par

Pierre-Eric LAURI

Soutenue le 20 Octobre 1988 devant le Jury composé de :

MM.	HALLE	Président
	BUIS	Rapporteur
	CRABBE	
	GALTIER	Rapporteur
	TEROUANNE	

UNIVERSITE des SCIENCES et TECHNIQUES du LANGUEDOC

AUTEUR : Pierre-Eric LAURI

TITRE : Le mouvement morphogénétique
Approche morphométrique et restitution graphique
L'exemple de quelques plantes tropicales

RESUME :

L'évolution de quelques paramètres structuraux (surface foliaire, volume de l'entre-noeud...) est décrite au cours de la croissance de onze espèces arborescentes ou buissonnantes.

Ce travail montre que la transition vers la sexualité est liée à une prédominance croissante de la surface assimilatrice par rapport à l'axe ("axes foliarisés").

Outre son intérêt descriptif, cette approche structurale permet donc de circonscrire certaines conditions ontogéniques de la floraison.

MOTS CLES : Mouvement morphogénétique - Axialisation -
Foliarisation - Ligneux - Floraison

A ma mère

*Aux amis de
N'ENGON'E*

*A Kéré en
souvenir de
W'AN'E'E*

TABLE DES MATIERES

AVANT - PROPOS	1
 <u>1ère PARTIE</u> - DONNEES SUR LA CROISSANCE VEGETATIVE ET LA TRANSITION VERS LA FLORAISON	 4
I - INTRODUCTION HISTORIQUE	5
II - LE CONCEPT DE MOUVEMENT MORPHOGENETIQUE	9
III - NOTION DE VIGUEUR ET FLORAISON	12
IV - POSSIBILITE D'UNE APPROCHE QUANTITATIVE	15
 <u>2ème PARTIE</u> - APPROCHE STRUCTURALE DU DEVELOPPEMENT ET DE LA CROISSANCE DE QUELQUES ESPECES BUISSONNANTES ET ARBORESCENTES	 24
I - BUT ET METHODES	25
I - 1 - Approche structurale et fonctionnelle de la morphogenèse	25
I - 1 - 1 - Préliminaire	25
I - 1 - 2 - Définition de l'axe de recherche	26
I - 1 - 3 - Approche fonctionnelle	27
I - 1 - 4 - Approche structurale comme moyen d'investigation	28
I - 2 - Méthodologie	29
I - 2 - 1 - Choix des paramètres	29
I - 2 - 1 - 1 - Données bibliographiques	29
I - 2 - 1 - 2 - Paramètres retenus et leur mesure	31
I - 2 - 2 - Choix des espèces	33
I - 2 - 2 - 1 - Critères de sélection	33
I - 2 - 2 - 2 - Espèces étudiées	34

II

I - 2 - 3 - Méthodes d'échantillonnage	35
I - 2 - 3 - 1 - Considérations préliminaires	35
I - 2 - 3 - 2 - Réalisation de l'échantillonnage et des mesures	37
I - 2 - 4 - Traitement des données	38
I - 2 - 5 - Echantillonnage et interprétation	39
 II - RESULTATS	 40
Remarques préliminaires	40
 II - 1 - <u>Alstonia vieillardii</u> V. Heurch et Muell. Arg var. <u>vieillardii</u>	 42
II - 1 - 1 - Présentation morphologique	43
II - 1 - 2 - Mode de croissance	43
II - 1 - 3 - Zones d'échantillonnage	45
II - 1 - 4 - Présentation graphique des résultats	46
II - 1 - 5 - Données de vitesse de croissance	48
II - 1 - 6 - Synthèse	49
 II - 2 - <u>Cecropia obtusa</u> Tréc.	 50
II - 2 - 1 - Présentation morphologique	51
II - 2 - 2 - Mode de croissance	51
II - 2 - 3 - Zones d'échantillonnage	52
II - 2 - 4 - Présentation graphique des résultats	54
II - 2 - 5 - Données de vitesse de croissance	56
II - 2 - 6 - Synthèse	57
 II - 3 - <u>Coffea arabica</u> L. var. nain	 58
II - 3 - 1 - Présentation morphologique	58
II - 3 - 2 - Mode de croissance	59
II - 3 - 3 - Zones d'échantillonnage	60
II - 3 - 4 - Présentation graphique des résultats	61
II - 3 - 5 - Données de vitesse de croissance	63
II - 3 - 6 - Synthèse	64
 II - 4 - <u>Isertia spiciformis</u> D.C.	 65
II - 4 - 1 - Présentation morphologique	66
II - 4 - 2 - Mode de croissance	66
II - 4 - 3 - Zones d'échantillonnage	66
II - 4 - 4 - Présentation graphique des résultats	68
II - 4 - 5 - Synthèse	70
 II - 5 - <u>Loreya mespiloides</u> Miq.	 71
II - 5 - 1 - Présentation morphologique	71
II - 5 - 2 - Mode de croissance	72
II - 5 - 3 - Zones d'échantillonnage	72
II - 5 - 4 - Présentation graphique des résultats	74
II - 5 - 5 - Synthèse	76

III

II - 6 - <u>Miconia alata</u> (Aubl.) DC.	77
II - 6 - 1 - Présentation morphologique	77
II - 6 - 2 - Mode de croissance	77
II - 6 - 3 - Zones d'échantillonnage	78
II - 6 - 4 - Présentation graphique des résultats	80
II - 6 - 5 - Données de vitesse de croissance	81
II - 6 - 6 - Synthèse	82
II - 7 - <u>Miconia ciliata</u> (Rich) DC.	83
II - 7 - 1 - Présentation morphologique	83
II - 7 - 2 - Mode de croissance	83
II - 7 - 3 - Zones d'échantillonnage	84
II - 7 - 4 - Présentation graphique des résultats	86
II - 7 - 5 - Données de vitesse de croissance	87
II - 7 - 6 - Synthèse	88
II - 8 - <u>Pallcourea guianensis</u> ssp <u>guianensis</u> Aubl.	89
II - 8 - 1 - Présentation morphologique	89
II - 8 - 2 - Mode de croissance	90
II - 8 - 3 - Zones d'échantillonnage	90
II - 8 - 4 - Présentation graphique des résultats	92
II - 8 - 5 - Synthèse	93
II - 9 - <u>Ricinus communis</u> L.	94
II - 9 - 1 - Présentation morphologique	95
II - 9 - 2 - Mode de croissance	95
II - 9 - 3 - Zones d'échantillonnage	96
II - 9 - 4 - Présentation graphique des résultats	97
II - 9 - 5 - Données de vitesse de croissance	99
II - 9 - 6 - Synthèse	101
II - 10 - <u>Scaevola sericea</u> Vahl.	103
II - 10 - 1 - Présentation morphologique	103
II - 10 - 2 - Mode de croissance	104
II - 10 - 3 - Zones d'échantillonnage	105
II - 10 - 4 - Présentation graphique des résultats	106
II - 10 - 5 - Données de vitesse de croissance	107
II - 10 - 6 - Synthèse	108
II - 11 - <u>Solanum rugosum</u> Dun.	109
II - 11 - 1 - Présentation morphologique	109
II - 11 - 2 - Mode de croissance	109
II - 11 - 3 - Zones d'échantillonnage	110
II - 11 - 4 - Présentation graphique des résultats	112
II - 11 - 5 - Données de vitesse de croissance	114
II - 11 - 6 - Synthèse	115

3ème PARTIE - DISCUSSION	116
I - SYNTHÈSE DES RESULTATS GRAPHIQUES	117
I - 1 - Remarques préliminaires	117
I - 2 - Exposé des résultats	118
I - 2 - 1 - Rappel de la démarche suivie	118
I - 2 - 2 - Approche statique : récapitulation	120
I - 2 - 2 - 1 - Evolution des trois paramètres : SF, SSE et LE	120
I - 2 - 2 - 2 - Evolution de l'indice de taille (T)	125
I - 2 - 2 - 3 - Evolution de l'indice d'axialisation (Δ)	126
I - 2 - 2 - 4 - Essai de typologie des "graphes signatures"	127
I - 2 - 3 - Approche dynamique : récapitulation	133
I - 3 - Proposition d'une lecture graphique de la croissance	135
II - INTERPRETATION DES RESULTATS	142
II - 1 - Introduction	142
II - 2 - Proposition d'un schéma général d'interprétation de la croissance et du développement	149
II - 2 - 1 - L'évolution morphogénétique du végétal	149
II - 2 - 2 - Evolution structurale et floraison	154
II - 2 - 3 - Considérations sur la transition vers la floraison	164
II - 2 - 3 - 1 - Données apportées par l'étude structurale	164
II - 2 - 3 - 2 - Apports des travaux antérieurs et discussion	168
CONCLUSION GÉNÉRALE	175
ANNEXES :	183
ANNEXE 1 - Techniques de mesure de la surface foliaire	184
ANNEXE 2 - Traitement des données : travail préparatoire et utilisation de la méthode d'analyse discriminante	188
ANNEXE 3 - Estimation de la vitesse de croissance des axes	199
ANNEXE 4 - Données relatives à l'approche statique (pour les onze espèces)	203

ANNEXE 5 - Données de vitesse de croissance (pour huit espèces)	235
ANNEXE 6 - Données relatives à la taille de l'inflorescence (pour <u>Ricinus communis</u>)	241
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	243

AVANT - PROPOS

Le travail de terrain ayant conduit à la préparation de ce mémoire s'est réalisé progressivement à partir de 1983 alors que j'effectuais un séjour en tant que Volontaire à l'Aide Technique, dans le laboratoire de botanique de l'ORSTOM de NOUMEA (NOUVELLE-CALEDONIE).

Je tiens donc à remercier ici tout particulièrement Madame Yvonne BAILLY, ainsi que Messieurs Philippe MORAT et Jean-Marie VEILLON, qui m'ont conduit dans la connaissance de la flore si singulière de ce territoire.

Messieurs Daniel FARNIER (Informaticien) et Bernard BONZON (Agronome) m'ont également beaucoup aidé dans la mise en forme et une première analyse des données que j'avais alors pu rassembler.

Je tiens à leur exprimer ici toute ma gratitude.

Un second long séjour en NOUVELLE-CALEDONIE, sur l'île de MARE, m'a ensuite permis de poursuivre mes observations de terrain.

Je suis très reconnaissant à Monsieur Denis RABIER de m'avoir permis de travailler sur le café arabica, en pépinière et en plein champ.

Durant cette même période, participant à l'A.T.P. "Architecture des cimes" dirigée par Claude EDELIN (CNRS), j'ai eu la possibilité de me rendre en GUYANE FRANCAISE (Piste de St Elie et Cacao).

Sur place, j'ai bénéficié de l'appui technique du centre ORSTOM de CAYENNE.

Je remercie notamment Daniel SABATIER et Marie-Françoise PREVOST qui, par leur présence cordiale et leurs conseils, m'ont beaucoup aidé dans l'approche de la végétation guyanaise.

Mais ce travail et la réflexion qui y a conduit n'aurait jamais vu le jour sans le Professeur Francis HALLE qui, dès 1982, a su développer en moi cet intérêt fondamental pour la morphologie des plantes.

Cette recherche doit également beaucoup à Monsieur Claude EDELIN qui, à l'occasion de nombreuses et enrichissantes discussions, m'a considérablement aidé dans la nécessaire réflexion critique sur les principales idées développées dans ce mémoire.

Le Professeur René NOZERAN, par l'efficacité des concepts qu'il a développés, m'a sans aucun doute permis de restituer à cette recherche l'aspect global et dynamique qui en constitue la clef d'interprétation.

Monsieur Eric TEROUANNE a supervisé le traitement mathématique des données. Sa constante disponibilité et sa pédagogie m'ont été extrêmement précieuses.

L'intérêt que Monsieur Jacques J. CRABBE a d'emblée manifesté pour ma recherche m'honore. Ses remarques pertinentes m'ont grandement aidé dans la mise en forme de certaines parties du texte.

Que tous trouvent ici l'expression de ma profonde reconnaissance.

Je tiens également à remercier le Professeur Roger BUIS et Monsieur Jean GALTIER qui ont bien voulu accepter d'être rapporteurs.

Mais la mise en forme finale de ce mémoire n'aurait pu être faite sans l'aide efficace de Monsieur Jean-Louis BOMPAR, qui a accepté de lire et de critiquer ce travail, de Madame Jeannine BLANC, documentaliste , et de Monsieur Marcel BARBRY, photographe. Je leur exprime ici toute ma gratitude.

Je ne saurais oublier enfin tous les amis qui, à NOUMEA, MARE, CAYENNE ou MONTPELLIER, ont cheminé avec moi pendant ces quatre dernières années. J'ai grandement apprécié leur présence, leur bonne humeur et leur gentillesse.

1ère P A R T I E

**DONNEES SUR LA CROISSANCE
VEGETATIVE
ET LA
TRANSITION VERS LA FLORAISON**

I - INTRODUCTION HISTORIQUE

Dans son "Origine des espèces" DARWIN 1859, considérait déjà la morphologie comme le domaine le plus intéressant de la Biologie ("Morphology is the most interesting department of natural history, and may be said to be its very soul").

Mais c'est notamment à E.J. H. CORNER (1), dans les années 1950, que revient le mérite d'avoir donné un souffle nouveau à l'étude morphologique des plantes.

La "théorie du Durian" a en effet été la première du genre à suggérer que sous l'apparente anarchie des formes végétales, se cache en fait un réseau de corrélations étroites entre les différentes parties du végétal (CORNER 1949, 53, 54, 75).

C'est cette intuition fondamentale qui a ensuite permis de concevoir puis de vérifier l'existence d'une trentaine de "modèles architecturaux" (2) distincts.

Toutefois, la mise en évidence de formes intermédiaires entre deux ou plusieurs modèles a permis de concevoir ces modèles non comme des quantités discrètes (chaque modèle constituant une entité clairement définie et stable), mais comme formant un continuum architectural (HALLE 1986; HALLE, OLDEMAN, TOMLINSON 1978). A

(1) Il conviendrait de citer aussi les chercheurs allemands qui dès la fin du 19ème siècle, avec GOEBEL, puis durant la première moitié du 20ème siècle avec RAUH et TROLL, ont contribué de manière très importante à la connaissance de la croissance et de la ramification des végétaux ligneux (sur un plan général, une analyse des "bases conceptuelles de la morphologie végétale" est proposée par CUSSET, 1982).

(2) Par "modèle architectural" on entend la "stratégie de croissance qui définit à la fois la manière dont la plante élabore sa forme et l'architecture qui en résulte", EDELIN 1984.

ce titre, les modèles sont donc des "émergences" au sens défini par MORIN 1977 (1), correspondant à des formes plus stables que d'autres.

Les ouvrages de synthèse sur les modèles architecturaux demeurent ceux de HALLE, OLDEMAN 1970 et HALLE, OLDEMAN, TOMLINSON 1978.

L'originalité de l'approche architecturale tient essentiellement au niveau auquel se situe l'analyse du végétal : la plante est envisagée dans sa totalité de la germination à la sénescence, à partir de l'observation de quelques caractères simples déterminant l'architecture. Il s'agit pour l'essentiel :

- du mode de croissance (monopodial ou sympodial ; rythmique ou continu)
- du mode de ramification
- de la différenciation morphologique des axes
- de la position de la sexualité (EDELIN 1984)

Le concept d'architecture propose donc une vision à la fois global et dynamique du cycle de vie du végétal. Il assimile et les replace dans un cadre plus large les concepts plus anciens de "contrôle" et de "dominance apicale", et de "corrélation d'inhibition" (ainsi que le souligne FISHER 1984).

Une étude plus précise de l'architecture des conifères propose par ailleurs d'affiner cette description du modèle en déterminant l'architecture spécifique de l'espèce étudiée par le "diagramme architectural" (EDELIN 1977, 84 ; HALLE, EDELIN 1986).

Cette description de l'architecture réalisée initialement sur les

(1) Selon cet auteur la notion d'émergence permet de concevoir l'idée d'un saut qualitatif d'un niveau à un autre. "l'idée d'émergence est inséparable de la morphogenèse systémique, c'est-à-dire de la création d'une forme nouvelle qui constitue un tout : l'unité complexe organisée" (TOME 1 - p. 115; voir aussi TOME 2, 1980).

arbres et arbrisseaux s'est ensuite étendue aux herbes (JEANNODA ROBINSON 1977) et aux lianes (CREMERS 1973, 74 ; ETIFIER 1981 ; HUC 1975).

Dans le même temps (OLDEMAN 1972) s'est développé le concept de réitération conçue comme l'apparition sur un organisme d'un système d'axes reproduisant partiellement ou totalement l'architecture de l'organisme porteur (EDELIN 1984 ; HALLE-EDELIN 1986 ; OLDEMAN 1974) (1).

En parallèle avec ces ouvrages spécifiquement biologiques, nous devons citer également l'éventail des travaux effectués dans une optique de modélisation, et éventuellement de simulation, des formes végétales.

On note ainsi les travaux de LUCK 1966-75 ; LUCK et coll. 1980, 81, 82 qui sont plus particulièrement orientés sur l'étude de la croissance des axes et de leur organisation cellulaire.

En 1987 BUIS met particulièrement bien en évidence les différents niveaux d'intégration biologique auxquels doit se situer l'étude afin de dégager les "propriétés ou notions essentielles de la dynamique des structures végétales". L'accent est ainsi mis sur "l'édification organisée de cellules, tissus, organes, série d'organes."

Différents auteurs ont proposé une vision plus globale du végétal en étudiant la forme des arbres comme résultante de lois de ramification précises (angles de ramification, distribution dans la couronne...) : FISHER 1986 ; FISHER, WEEKS 1985 ; HONDA 1971 ; HONDA, FISHER 1979 ; HONDA, TOMLINSON, FISHER 1982 ; OOHATA, SHIDEI 1971.

 (1) *La réitération s'avère être un phénomène fondamental et inéluctable pour la plante, lui permettant de s'adapter à son environnement. Elle correspond à un mécanisme déterminé mais elle n'est pas pour autant spécifique du monde végétal ainsi que le montrent DAUGET sur les coraux (1981, 85, 86) ou De FORESTA sur une termitière au CONGO (HALLE, communication personnelle).*

D'autres auteurs se sont davantage intéressés à la simulation de la croissance des plantes : BAKKALI 1985 ; BELL 1986 ; HONDA, TOMLINSON, FISHER 1981 ; De REFFYE 1973, 76, 78, 79, 81, 83 ; De REFFYE et coll. 1976, 77, 78, 86, 87.

Il est à noter que cette recherche orientée sur la modélisation/simulation informatisée de la croissance végétale, peut avoir des applications très concrètes dans les pratiques de taille des arbres fruitiers (HALLE, EDELIN 1986).

Nous noterons enfin la contribution importante des paléobotanistes pour lesquels l'approche morphologique (et la mise en évidence des corrélations quantitatives précises entre les différentes parties du végétal) est un outil d'investigation fondamental dans l'interprétation des formes fossilisées : relations feuille-axe, ramification, port des organes reproducteurs etc... (CHALONER, MEYER BERTHAUD 1983 ; EDELIN, GALTIER 1988 ; EGGERT 1961 ; GALTIER 1975 ; HOLMES 1977 ; SCHECKLER 1976).

Mais il est à présent nécessaire d'élargir notre vision afin de rendre compte du concept, à nos yeux fondamental, qui oriente actuellement le champ de la morphologie végétale : celui de mouvement morphogénétique.

Nous envisagerons ensuite (chapitre III) quelques aspects de nos connaissances sur le problème de la transition vers la sexualité.

Dans un quatrième chapitre enfin, l'intérêt d'une approche quantitative considérant la plante dans les différentes phases de son ontogenèse sera développé.

H - LE CONCEPT DE MOUVEMENT MORPHOGENETIQUE

Par sa tentative d'interprétation globale de la morphologie et de la croissance de la plante, le concept de "mouvement morphogénétique" et de "cycle morphogénétique" émis par NOZERAN et son équipe (NOZERAN 1978 , 84 , 86 ; NOZERAN, DUCREUX, ROSSIGNOL BANCILHON 1982 ; NOZERAN, NEVILLE 1974, NOZERAN, BANCILHON, NEVILLE 1971) est particulièrement riche. En effet il propose une vision ordonnée et prévisible de la croissance des végétaux (Angiospermes ligneuses et herbacées mais aussi Ptéridophytes et Thallophytes).

D'une part ce concept met l'accent sur le fait que dans sa morphogenèse le végétal "est un ensemble en mouvement ; chacune de ses parties participe par son mouvement propre au mouvement de l'ensemble, mais, inversement, est tributaire de celui-ci" (NOZERAN et coll. 1982).

Par ailleurs la vision de ce mouvement est cyclique puisqu'elle englobe toute la vie du végétal, issu d'une graine, il produira lui-même des graines plus tard : "The processes which lead to reproductive organs and the formation of seeds constitute a "return to zero" of the system of differentiation" (NOZERAN et coll. 1971). Mais ce mouvement morphogénétique est aussi non-linéaire. Il est en effet marqué par des "sauts en avant" et des "retours en arrière" qui sont le fait de la croissance rythmique et de la ramification.

D'autre part il correspond à trois groupes de phénomènes :

1 - Certaines potentialités morphogénétiques ne s'expriment que pendant un temps déterminé dans la vie de la plante. Elles sont ensuite perdues. Il en est ainsi de la formation de feuilles juvéniles en tout début de croissance de certaines espèces. Cette capacité est perdue quand la plante grandit (dans ce mémoire Alstonia vieillardii

et Cecropia obtusa illustrent ce phénomène).

Les cultures de tissus montrent également que des fragments prélevés à différents stades de la vie de la plante n'ont pas tous les mêmes potentialités. Ainsi sur Hevea brasiliensis, cupressus dupreziana et Citrus il a été mis en évidence une perte progressive de la capacité à produire des racines au cours des phases de croissance successives.

2 - A l'opposé, d'autres potentialités n'apparaissent qu'au bout d'un certain temps de vie du végétal. C'est le cas des ramifications plagiotropes issues d'un axe orthotrope (ex : Coffea arabica).

On peut également citer le cas de l'installation progressive de l'halophilie dans le genre Suaeda.

3 - Enfin on observe également un retour partiel aux caractéristiques initiales.

L'apparition de feuilles juvéniles dans la cime de vieux arbres des genres Eucalyptus ou Artocarpus en est un exemple.

De façon plus générale GATSUK et coll. (1980) décomposant la croissance végétale en huit étapes (age states) caractérisent les deux dernières étapes "subsenile" et "senile", par la présence de feuilles juvéniles.

Une autre illustration de ce fait est la production de graines après la floraison.

En effet, c'est au niveau d'une structure éphémère, très rapidement sénescence, la fleur, que se déroule un processus de différenciation fondamental aboutissant à la formation de la graine signe de rajeunissement (BANCILHON, NOZERAN, ROUX 1963). La floraison constitue ainsi "l'articulation vieillissement - rajeunissement" (NOZERAN et coll. 1982).

Cette notion de "mouvement morphogénétique" nous fait ainsi passer de la vision Goethienne d'une plante-entité protéiforme (GOETHE 1790, voir ARBER 1946) (1) devenue plante "calculatrice" et réalisatrice étonnante" (GUENOD 1951), l'auteur s'exprime ainsi à propos des spirales génératrices de la tige) à un organisme pourvu de "centres organisateurs" ou "orienteurs" gérant l'enchaînement cyclique des fonctions méristématiques (EDELIN 1984).

 (1) GOETHE dans son approche de la croissance et de la forme des végétaux pressentait déjà les interactions entre physiologie et morphologie, associant par exemple la différenciation florale à la production d'une "sève plus pure" (ARBER 1946 ; BLOCH 1952 ; OLDEMAN 1974).

Tranchant avec une vision analytique ("destructive" dit-il même!) de la morphologie, héritée du siècle des lumières il nous invite à une contemplation globale, intuitive, qualitative des formes végétales. Dans ce domaine notre dette à son égard est sûrement très importante.

III - NOTION DE VIGUEUR ET FLORAISON

Le terme vigueur est d'une utilisation extrêmement répandue. On l'emploie en effet aussi bien pour désigner les caractéristiques de croissance d'un axe que celles d'un arbre entier. Toutefois la notion de vigueur reste ambiguë (CRABBE 1984a, 87). Il apparaît donc nécessaire de récapituler ici quelques définitions récentes afin d'en extraire si possible les propositions communes.

LECRENIER (1962), sur le poirier, relie la vigueur d'un axe avec sa longueur et avec le nombre de feuilles qu'il porte.

GILL, TOMLINSON en 1971 sur Rhizophora mangle L. mesurent la vigueur (vigor) en prenant comme critère le plastochrone moyen. Un axe aérien est d'autant plus vigoureux que son plastochrone est plus court.

TOMLINSON (in FISHER 1978) définit celle-ci par "the growth rate of the orthotropic axes".

En 1978 HALLE, OLDEMAN, TOMLINSON proposent de retenir, pour définir la vigueur d'un arbre entier, le rapport entre le taux de mortalité des tissus et leur taux de croissance. La définition thermodynamique donnée par OLDEMAN en 1974 en était la formulation théorique (CRABBE 1987).

En 1980, LUCK, LUCK quantifie la vigueur relative des rameaux issus d'un noeud à partir de l'hypothèse d'un développement polarisé des méristèmes apicaux, entraînant une croissance différentielle des systèmes ramifiés. Mais cette hypothèse exige pour être formalisée, un outil mathématique élaboré.

En 1986 CRABBE paraphrase le mot vigueur de la façon suivante: c'est le potentiel global de croissance disponible à un moment donné. Ce concept de vigueur est donc basé sur le

différentiel existant entre l'énergie disponible (fourni par une "SOURCE") et l'énergie "demandée" par les méristèmes (effet SINK). Cet équilibre dépend donc à tous moments de la quantité de centres de croissance, sur le rameau ou sur l'arbre.

De cet ensemble de définitions se dégagent finalement les idées suivantes :

Sur un plan général la vigueur dépend étroitement de cet équilibre énergétique directement lié à l'effet SOURCE-SINK (Ainsi une grande vigueur des rameaux peut être due notamment à une "SOURCE" importante et à un nombre peu élevé de "centres SINK").

De façon plus précise la vigueur serait corrélée positivement à un allongement des entre-noeuds et à un raccourcissement du plastochrone. Elle peut alors se prêter à des mesures.

Cette description de la vigueur rejoint probablement la perception très subjective des arboriculteurs qui dès le début du siècle parlent d'un "axe vigoureux" comme d'un axe "fort" "robuste" "fougueux en sève" (BALTET 1913 ; VERCIER 1917).

L'existence d'un lien entre la variation de la vigueur et l'évolution morphogénétique est couramment énoncée sans toutefois amener à une étude précise de ces relations. Cependant WAREING (1959) décrit deux phénomènes qui selon lui marquent l'évolution de l'arbre au cours de son ontogenèse.

Le premier correspond à la perte de vigueur de ses axes en relation avec la croissance. Ce phénomène est appelé "ag(e)ing".

Le second traduit le passage de l'état juvénile à l'état adulte et est marqué par l'apparition de la floraison, et chez les arbres hétérophylles, par l'apparition des feuilles adultes. Ce phénomène est appelé "maturation".

On retiendra également les travaux de BORCHERT 1976 a et b ; BORCHET, SLADE 1981 ; PRALORAN 1971, qui montrent la relation existant entre une forte croissance, une vigueur importante, et un nombre élevé d'axes latéraux bien développés.

Par ailleurs l'influence de l'âge d'un arbre sur la vigueur de ses axes (BORCHERT 1976 ; KOZLOWSKI 1964 ; WAREING 1959), ou l'action des feuilles sur l'élongation, et le rythme, de l'axe (CHAMPAGNAT 1974 ; CRABBE 1968,69^{a,b,c,d} ; HALLE, MARTIN 1968 et l'analyse qui en est faite par HUC 1977 ; JEUNE 1984 ; NOZERAN et coll. 1971) sont également bien étudiées.

Il est acquis que la floraison intervient à un moment singulier et spécifique, dans la croissance de la plante (CHAMPAGNAT 1969, 83; CHAMPAGNAT, CRABBE 1974 ; CHOUARD 1962 ; CRABBE 1984 ; ROBINSON, WAREING 1969 ; WAREING 1959 ; WHITE J. 1979 ; GANRY 1977).

Il est aussi communément admis que le passage à la floraison s'effectue lors de la transition de la "phase juvénile" vers la "phase adulte". Cette dernière phase correspond à la "période reproductive" (reproductive period) de GATSUK et coll. (1980). Ces auteurs distinguent par ailleurs une dernière période "post-reproductive" caractérisée par la disparition quasi complète de la sexualité et une croissance végétative simplifiée.

On dit donc que l'arbre est "adulte" quand il fleurit (BORCHET 1976 a et b ; CRABBE 1987 ; LONGMAN 1978 ; ROBBINS 1964).

De façon plus précise la non compatibilité entre poussée végétative et mise à fleur est en général bien étayée (et ceci dès GOETHE 1790, voir ARBER 1946 ; CRABBE 1987 ; HARPER 1977 ; KOZLOWSKI 1971 ; VERCIER 1917) et surtout le lien entre la floraison et la baisse de vigueur est établi.

Ainsi BORCHET (1976 b) reprenant les deux notions de WAREING (1959), "ageing" et "maturation", relie la baisse de vigueur liée à l'âge (âge-related loss in vigor) et la propension à former des fleurs : "The tendency to form flowers... increases with progressive age and in many case appears to be related directly to the attainment of a certain minimum size and inversely to the vigor of shoot growth... Flowers are formed only on shoots of low vigor bearing adult foliage". CRABBE (1984a) travaillant sur des arbres nains (dwarf trees) établit également une relation entre la mise à fleur précoce et une réduction de la vigueur.

Globalement on observe donc au cours de l'ontogenèse d'un individu une réduction générale des dimensions des axes parallèle à une réduction de leur vigueur.

A un degré précis de cette évolution la floraison apparaît déterminant l'entrée du végétal dans sa "phase adulte" ou "reproductive".

Cette aptitude à la floraison est appelée depuis KLEBS (1918) "maturité de floraison" (cité dans CHAMPAGNAT 1969 ; CRABBE 1987; WAREING 1959). CHOUARD (1962) parle quant à lui de l'acquisition de la "propension à fleurir".

Les durées des phases juvénile et adulte varient considérablement suivant les végétaux.

Par ailleurs l'équilibre entre les deux fonctions de végétation et de floraison n'est pas résolu de la même façon par les plantes.

Ainsi certains végétaux, polycarpiques, font coexister durablement les développements végétatifs et génératifs en effectuant une séparation temporelle et/ou spatiale des deux fonctions.

Chez d'autres végétaux, monocarpiques, la floraison apparaît après une période juvénile plus ou moins longue et elle est suivie par la mort de l'individu (CRABBE 1987).

L'étude des bases morphologiques de la taille des arbres et plus généralement celle des complexes réitérés traumatiques apporte également beaucoup d'éléments intéressants dans la compréhension de ces relations végétation-floraison (CHAMPAGNAT, CRABBE 1974 ; COSTES 1983 ; PRALORAN 1971 ; TORQUEBIAU 1979).

Toutefois l'étude précise de ces relations se heurte à la complexité du "réseau de corrélation" déterminant l'expression de la croissance et de la forme des végétaux. Cette complexité apparaît comme un point d'achoppement majeur dans certains cas (CRABBE 1984 b)

Néanmoins un élément d'investigation tout à fait intéressant est apporté par la mise en évidence d'une analogie, existant entre les phases de croissance juvénile (pris ici dans le sens étroit correspondant aux premiers entre-noeuds de l'axe initial) et adulte.

En effet si la floraison se manifeste habituellement à partir de la "phase adulte", par définition, elle peut se manifester également dans la première.

L'exemple de Phyllanthus distichus Müll. Arg. le montre particulièrement bien (BANCILHON 1965, 69 et l'analyse qui en est faite par NOZERAN 1978, 84, 86). En effet sur cette EUPHORBIACEAE asiatique la floraison peut apparaître dès que se forme la première ramification plagiotrope. Cette tendance à la floraison diminue ensuite pour ne réapparaître que bien plus tard quand la plante atteint une certaine taille.

Ce cas rejoint en fait de nombreux exemples de néoténies cités dans la littérature. Des observations comparables sont ainsi notées par NOZERAN 1986 (Citrus, Palmier - dattier...)

La question posée par l'existence de telles formes néoténiques amène CHAMPAGNAT (1987) à la considération suivante :

"La possibilité de l'expression florale chez une espèce néoténique est de courte durée : tout se passe comme si des inhibiteurs se mettaient rapidement en place qui disparaîtraient beaucoup plus tard lors de la différenciation florale ou inflorescentielle".

Pour clore cette vision d'ensemble il nous faut considérer brièvement le problème du déterminisme de la floraison comme résultante d'équilibres trophiques particuliers.

Il ne semble plus que la simple évolution du rapport Carbone/Azote (C/N) soit la cause essentielle de la mise à fleur. Selon cette hypothèse en effet un C/N élevé favoriserait la floraison, tandis qu'un C/N bas entraînerait une croissance végétative accrue (CHAMPAGNAT 1969).

Selon cette conception la taille, en modifiant ce rapport (c'est-à-dire en perturbant les apports en assimilats photosynthétiques, carbonés, par rapport aux nutriments azotés provenant des racines) agirait donc tout naturellement sur la vigueur des axes et corollairement, sur leur mise à fleur. Cette interprétation par le C/N de la floraison s'avère aujourd'hui insuffisante. Tout au moins elle ne rend pas compte des "régulations fines que les phénomènes d'induction et d'initiation florales requièrent au niveau méristématique" (CRABBE 1987).

IV - POSSIBILITE D'UNE APPROCHE QUANTITATIVE

"Comprendre la plante entière doit demeurer notre but"

CHAMPAGNAT 1974

Si nous suivons WHITE J. (1984) c'est au 18° siècle avec GOETHE et CUVIER, qu'il nous faut remonter pour trouver l'idée que les plantes sont composées de la juxtaposition d'unités répétitives liées entre elles par tout un "réseau de corrélations harmonieuses" (harmonious correlated combinations) (1). Il semble que ce soit dès le début du 19° siècle et grâce à la phyllotaxie que la pensée d'une "mathématisation" possible ait pénétré dans le champ de la biologie (LE GUYADER 1987).

Mais c'est très probablement à CORNER que revient le mérite d'avoir incité le botaniste à chercher les moyens mathématiques de mettre en évidence ces corrélations entre les différentes parties du végétal (CORNER 1949). En 1954 cet auteur proposait ce qu'il est convenu d'appeler les lois de CORNER ("CORNER's rules" - HOT 1978; STEBBINS 1950 cité dans WHITE J. 1984 ; WHITE P.S. 1983). Celles-ci peuvent se résumer en deux principes :

- Les feuilles sont d'autant plus grandes que l'axe est de plus gros diamètre.

Ce principe de conformité axiale compose les deux phénomènes de pachycaulie et de leptocaulie.

- Plus la ramification est importante, plus les axes ultimes sont de petite taille.

C'est sur la base de ces deux lois empiriques que se sont effectués différents travaux (ASHTON 1976 a et b ; BORCHERT 1983 ; BORCHERT, SLADE 1981).

 (1) Nous avons là d'ailleurs l'ancêtre probable de la notion de "mêtamère", par ailleurs classique en zoologie (WHITE J. 1979, 84).

En 1977 CHUAH reprenant ces deux notions a jeté les bases de leur vérification quantitative. Elle a ainsi été amenée à considérer que la relation inverse "entre le nombre et les dimensions chez les organes des plantes traitent d'un seul problème où la pachycaulie et la leptocaulie représentent deux extrêmes dans la gamme de variation des deux paramètres principaux : le diamètre de l'axe et la surface foliaire".

Ces différents auteurs ont chacun pour leur part contribué -les uns par leur intuition globale, les autres par des approches plus précises- à la mise en évidence de faits généraux décrivant les plantes et leur croissance.

C'est dans cette ligne de recherche que se situe ce mémoire.

Ainsi que nous l'avons vu, nos connaissances actuelles en matière de morphogenèse sont basées sur deux notions fondamentales.

D'une part celle d'"architecture végétale" à laquelle je donne ici un sens très large puisque j'inclue sous cette expression les deux autres notions de "diagramme architectural" et de "réitération".

Cette notion nous permet de regarder la plante dans sa totalité en mettant en évidence la séquence de fonctionnement des étapes morphogénétiques qui conféreront à la plante son architecture spécifique.

D'autre part celle de "mouvement morphogénétique" qui montre qu'en réalisant son modèle architectural spécifique, la plante parcourt une trajectoire morphogénétique non pas linéaire et continue mais cyclique, avec des "discontinuités" et un "retour partiel aux processus morphogénétiques initiaux" (NOZERAN 1984).

Ces deux notions proposent donc une vision synthétique qui permet de concevoir la plante individu dans sa globalité et au travers de sa dynamique de développement et de croissance.

Par ailleurs un autre courant de la morphologie correspond aux tentatives d'interprétation des phases de développement et de croissance de la plante par le biais de la quantification. Ces études, en général très précises, concernent souvent la transition vers la sexualité des méristèmes : évolution du diamètre de l'apex au cours de la transition vers la floraison (CHARLES EDWARDS et coll. 1979 ; THORNLEY, COCKSHULL 1980). Rôle du "coefficient de vitesse de croissance des feuilles" sur la mise à fleur chez le bananier (GANRY 1977 ; voir aussi SIMMONDS 1982). Corrélation entre l'évolution du poids sec de différents organes de Solidago et différentes étapes du développement dont la floraison (HARPER 1977). Relation entre la croissance en "lamp-brush" chez l'hévéa et la stérilité (HALLE, MARTIN 1968, HUC 1977). Etablissement d'une corrélation positive entre la "fréquence d'obtention de fleurs" et le nombre de feuilles ou la surface foliaire sur des lambourdes de poirier (HUET 1972 ; LECRENIER 1962). Nous avons donc là, en somme, deux directions de recherche parallèles :

- D'une part, l'approche mathématique, quantitative.
- D'autre part l'approche purement morphologique, qualitative, globale.

Ces approches ont toutes deux pour but de mieux cerner les faits généraux du développement et de la croissance des plantes. Elles ont donc permis de dégager des considérations communes. Ainsi, la sexualisation des points végétatifs étant le domaine le mieux étudié des liens généraux ont été établis entre l'évolution vers la "sénescence", ou la diminution de la "vigueur", et la floraison. Et partant, la notion de non-compatibilité entre végétation et floraison est en général affirmée (références citées 1ère PARTIE II)

Mais il nous faut reconnaître ici la relativité des notions de "sénescence" et de "juvénilité" (NOZERAN et coll. 1982), le manque de définition précise et généralisable de la "vigueur", l'existence de cas particuliers contredisant apparemment l'antagonisme développement végétatif-floraison (trois cas de ce type seront considérés dans ce mémoire - cf. DISCUSSION p.156).

Il m'a donc semblé qu'une approche originale pouvait être menée, et des éléments nouveaux apportés, en utilisant l'outil mathématique tout en se situant explicitement dans les cadres conceptuels de l'architecture et du mouvement morphogénétique.

Est-il possible de trouver un indicateur morphologique quantitatif fiable permettant à la fois de décrire cette courbe morphogénétique cyclique, et d'autre part de marquer les différentes étapes du processus morphogénétique accompli durant ce cycle ?

La description architecturale des plantes s'est jusqu'ici attaché essentiellement à la partie axiale pérenne. Néanmoins différents travaux sont consacrés à la description de l'appareil racinaire, (KAHN 1977 ; VEILLON 1976-80. D'autres études sont en cours qui cherchent à relier l'architecture des appareils aérien et racinaire, ATGER). Mais l'architecture doit également considérer la place quantitative jouée par les feuilles, ces capteurs solaires, "agents moteurs du mouvement morphogénétique" (NOZERAN 1986) outre bien entendu leur rôle physiologique-hormonal (CRABBE 1987). Les travaux actuels sur les unités de croissance (MARADENE) cherchent d'ailleurs à mieux comprendre la place des feuilles dans l'édification architecturale du végétal.

Ne peut-on pas concevoir l'existence d'un équilibre feuille-axe qui jouerait un rôle important dans cet enchaînement de fonctionnements conduisant de la germination à la sénescence puis à la mort ?

En somme par le biais de la quantification est-il possible de proposer un schéma d'évolution intégrant les différents aspects : juvénilité - phase adulte - sénescence - floraison - etc... ?

Les idées qui vont être développées ci-dessous ont été acquises progressivement à la faveur de différents séjours dans des aires floristiques variées (Pacifique Sud, Amérique équatoriale essentiellement) et à partir de l'observation de plusieurs dizaines d'espèces.

Mais c'est plus précisément à travers l'étude de onze espèces tropicales ou équatoriales que je vais tenter d'apporter quelques éléments de réponse à ces questions. J'exposerai ensuite les conclusions globales auxquelles, à mon sens, je suis amené.

La diversité des formes arborescentes est très grande. Les différents travaux auxquels nous nous sommes référés dans cette première partie le prouvent.

Mais cette liberté morphologique ne trouve son plein épanouissement que dans la forêt tropicale humide. Cette "liberté d'expression" est en effet due au faible niveau de contraintes climatiques mais également à l'extrême diversité floristique qui caractérisent ce milieu.

Pour cette raison, les morphologistes se sont très vite tournés vers ces régions chaudes et humides, trouvant là un terrain d'observation et d'expérimentation prodigieux.

C'est ainsi que CORNER, en 1964, dans "La vie des plantes", invitait le botaniste à séjourner dans la forêt hyléenne (1) afin de

(1) *Hylaea* : nom attribué par HUMBOLDT (17ème-18ème siècle) à la forêt des régions tropicales humides caractérisée par une température moyenne élevée et une pluviométrie abondante.

"découvrir comment se sont formés les arbres modernes et en quoi consiste vraiment la vie des arbres".

Ce travail a été réalisé à l'occasion de différents séjours en NOUVELLE-CALEDONIE et en GUYANE FRANCAISE.

2ème PARTIE

**APPROCHE STRUCTURALE DU DEVELOPPEMENT ET DE
LA CROISSANCE DE QUELQUES ESPECES
BUISSONNANTES ET ARBORESCENTES**

I - BUT ET METHODES

I - 1 : APPROCHE STRUCTURALE ET FONCTIONNELLE DE LA MORPHOGENESE

I - 1 - 1 - Préliminaire

Le terme de morphogénèse intègre la description de la forme mais aussi la dynamique d'édification de cette forme.

La complexité de l'organisation biologique concourant à l'édification, le maintien et l'évolution de cette forme peut être abordée de multiples façons. Ce mémoire se propose de suivre les différentes étapes morphogénétiques de quelques espèces par le biais de l'étude de leur structure. Comme il est matériellement très difficile, voire impossible de suivre la plante de façon continue dans son évolution, nous sommes réduits à procéder par "instantanés" successifs. Chacun d'eux fixe l'organisme à un moment précis de son histoire. C'est cette succession de clichés qui restituera ensuite l'allure générale de la courbe morphogénétique suivie par le végétal (Cette méthode diachronique est utilisée habituellement en architecture) (1).

Il va de soi que la qualité et la fidélité, par rapport à la réalité mesurée, de la représentation finale, seront d'autant meilleures que l'échantillonnage aura été fait avec plus de soin et de discernement.

(1) Cette approche de l'étude morphologique du végétal trouve ses racines dans l'oeuvre de GOETHE qui en 1807, distinguait deux types de forme :

- la forme fixée (statique) ou GESTALT et
- la forme changeante (dynamique) ou BILDUNG (White 1984).

I - 1 - 2 - Définition de l'axe de recherche

Dans l'accomplissement de sa "trajectoire morphogénétique" (voir 1ère PARTIE II ; EDELIN 1984) la plante, on le sait, traverse toute une succession de phases marquées par l'apparition et la disparition de qualités singulières : orthotropie/plagiotropie, feuilles juvéniles/feuilles adultes, végétation/floraison.

Ainsi il est courant de constater la diversité de croissance existant entre les différents axes d'une même plante. Nous distinguons par exemple très bien, sur nos arbres fruitiers tempérés les rameaux longs des rameaux courts. Les premiers sont considérés comme des axes "vigoureux", peu feuillés, à longs entre-noeuds, tandis que les seconds sont composés de nombreuses feuilles séparées par des entre-noeuds courts.

Ces deux types d'axes ont par ailleurs des rôles différents :

- les rameaux longs, typiquement végétatifs sont à croissance rapide et constituent le squelette architectural de l'arbre.
- les rameaux courts sont à croissance lente et florifère.

Cet exemple correspond à un dimorphisme axial tout à fait net.

Nous pouvons relier ici cette capacité de croissance (dont la vitesse d'allongement de l'axe n'est qu'une manifestation parmi d'autres) au rapport entre surface assimilatrice et volume d'axe porteur. Ce rapport indique en effet clairement une "prépondérance de l'axe" pour les rameaux longs, et une "prépondérance des feuilles" pour les rameaux courts.

Mais sur un plan plus général, où ce dimorphisme axial n'est pas aussi net, est-il possible de relier l'évolution morphogénétique,

qualitative, à cette évolution différentielle de surface foliaire et de volume axial ?

L'intuition de base ayant guidé ma recherche est donc la suivante : le mouvement morphogénétique peut-être suivi pas à pas par l'évolution de ce rapport surface assimilatrice/volume d'axe construit. Il est par conséquent nécessaire de ne considérer l'axe feuillé que dans sa croissance primaire.

J'ai fait l'hypothèse que ce rapport n'était pas constant mais qu'il évoluait de façon définie et donc prévisible au cours de l'accomplissement de la trajectoire morphogénétique de la plante.

Il me faut maintenant définir plus précisément les deux approches qui m'ont conduit à la conception puis à la réalisation de ce travail de quantification.

I - 1 - 3 - Approche fonctionnelle

J'ai très vite été amené à considérer l'approche fonctionnelle comme la seule opérante dans ce type de recherche (suivant en cela TOMLINSON 1982 : "I wish to discuss plant morphology in the context of immediate functional processes rather than in the more idealistic context of **how** structure is arrived at by past evolutionary processes").

L'aspect ontogénique intervient dans la description morphologique et architecturale préalable de la plante. Mais c'est ensuite en fonction du rôle fonctionnel des axes que les zones d'échantillonnage ont été choisies (cf. 2ème PARTIE I - 2 - 3 - 1). Pour en donner un exemple simple : que le tronc d'un arbre soit un monopode (dans le modèle de RAUH par exemple) ou un sympode (dans le modèle de KORIBA) je peux le traiter comme une entité propre, avec une morphologie apparente ("axe vigoureux") et un rôle fonctionnel ("axe charpentier") identiques quel que soit le modèle architectural. On remarque donc que suivant le modèle considéré,

cet aspect ontogénique peut se confondre ou non avec l'aspect fonctionnel. Ainsi pour un arbre se développant selon le modèle de LEEUWENBERG, les axes d'un même niveau de ramification peuvent être considérés comme fonctionnellement identiques. Alors que pour le modèle de KORIBA ces deux approches ne concordent pas, et une quantification opérée par niveau de ramification (sans isoler l'axe dominant des autres) ne donnerait aucun résultat probant.

Il est maintenant nécessaire de préciser les outils d'investigation utilisés.

I - 1 - 4 - Approche structurale comme moyen d'investigation

Il m'a semblé que cette démarche originellement intuitive ne pouvait se formaliser que par le biais d'une quantification systématique de quelques paramètres de structure de la plante.

Le terme "structure" a de multiples acceptions. Généralement nous le comprenons comme étant l'ensemble des règles de liaison, d'interdépendance et d'évolution entre les différentes variables décrivant un système (FRANQUIN 1972 ; MORIN 1977). Dans ce mémoire j'entendrai donc par "structure" la façon dont sont agencés les éléments de base servant à décrire la morphologie d'une plante (la feuille et sa surface, les axes et leur diamètre ainsi que la longueur des entre noeuds etc...)

C'est à partir de la combinaison des paramètres structuraux que s'édifie le modèle architectural caractéristique d'un végétal. Suivant cette conception l'étude structurale étudie donc les éléments de base utilisés par l'analyse architecturale.

I - 2 - METHODOLOGIE

Une remarque préliminaire s'impose concernant les paramètres retenus pour cette étude et les caractéristiques du matériel végétal sur lequel j'ai travaillé. Cette recherche ne revêtait un intérêt que dans la mesure où seuls les axes feuillés en croissance primaire étaient retenus (SINNOT 1936). En ce sens elle se distingue généralement des travaux de quantification de la structure et de la croissance réalisées sur des espèces arborescentes où la croissance secondaire est également considérée (BORCHERT, TOMLINSON 1984 ; COOMBE 1960 ; COOMBE, HADFIELD 1962 ; FARMER 1918 ; FISHER 1978 ; JARVIS, JARVIS 1964 ; KOZLOWSKI 1963, 71 ; LARSON 1963 ; Me MAHON 1973 ; WHITTAKER, WOODWELL 1968 ; ZIMMERMANN 1978).

I - 2 - 1 - Choix des paramètres

1 - 2 - 1 - 1 - Données bibliographiques

En 1977 CHUAH a étudié un certain nombre de corrélations quantitatives entre "paramètres déterminant la forme végétale". Elle a travaillé sur huit espèces tropicales et a retenu les huit paramètres structuraux suivants :

- Densité de ramification, DR
- Vitesse de croissance, V
- Longueur de l'entre-noeud, LE
- Angle de ramification, α
- Diamètre de l'axe, D
- Longueur de l'axe, L
- Surface foliaire, SF
- Ordre de ramification

Elle en concluait que deux paramètres jouent un rôle

particulièrement important dans l'élaboration de la forme de l'arbre : la surface foliaire et le diamètre axial.

Les différents travaux de modélisation ont largement montré à quel point d'autres variables, tel le degré de ramification étaient importants pour déterminer la forme globale des arbres.

En 1982 (1) (Sur différentes espèces de Macaranga - EUPHORBIACEAE et de Ficus - MORACEAE ainsi que sur Homalanthus populneus - EUPHORBIACEAE) et en 1986 (1) (sur Commelina communis) j'ai retenu quatre paramètres dont les interactions contribuaient essentiellement à mon avis, à la croissance des axes : SF, LE, SSE (surface de la section de l'entre-nœud) et le rapport LE/SSE appelé "coefficient d'allongement".

J'ai alors vérifié l'existence d'une corrélation élevée entre SSE et SF. Ce résultat était attendu et faisait écho aux travaux de CHUAH 1977 et ceux relatifs à la "Pipe model theory" (KOBAYASHI 1975 ; SHINOZAKI et coll. 1964). Voir aussi plus récemment WHITE P.S. 1983.

Mais j'ai également mis en évidence que plus la surface foliaire augmente (et donc corollairement la section de l'axe) plus la longueur relative de l'entre-nœud, son "coefficient d'allongement", diminue.

Graphiquement on a donc une corrélation inverse entre SSE (ou SF) et LE/SSE. En somme l'entre-nœud paraît d'autant plus "tassé" qu'il porte une plus grande surface foliaire.

BLANC 1977 , 80, 82 met bien en évidence cette corrélation inverse sur les axes dressés et les flagelles ou les stolons de quelques ARACEAE.

Tout récemment MIDGLEY, BOND 1986 et BOND, MIDGLEY 1986 ont confirmé sur différentes espèces de Leucadendron

(1) LAURI 1982 ; BARCELLOS DE SOUZA , LAURI, BLANC 1986 (voir aussi BARCELLOS DE SOUZA 1984)

(PROTEACEAE) ces corrélations entre le diamètre axial et la surface foliaire.

Mais l'originalité de leur travail consiste surtout dans la mise en évidence d'une corrélation tout aussi étroite et positive entre la taille de l'inflorescence (estimée par son volume ou son poids) et le diamètre de l'axe porteur.

I - 2 - I - 2 - Paramètres retenus et leur mesure

Ils sont relatifs à une feuille et son entre-noeud inférieur en croissance primaire. Par souci de concision je parlerai par la suite de "niveau foliaire", que les feuilles soient alternes ou verticillées.

Cette "Unité morphologique" au sens donné par GUENOD 1951 et HOWARD 1974 (TORT 1987, sur le crosne du Japon, parle d'"unité ontogénique"), correspond au métamère que WHITE J. 1979, 84 définit comme suit : "I favor the use of the term metamer to denote the node-leaf (leaves) axillary meristem (s) -(roots) - internode complex".

Dans ce mémoire je m'attache spécifiquement à l'étude de l'évolution, absolue et relative de quelques paramètres au cours de la vie du végétal. J'ai considéré :

- La surface foliaire (surface supérieure du limbe et du pétiole) : SF. Elle est exprimée en cm².

Dans la pratique il s'est avéré que la technique consistant à estimer cette surface à partir des mensurations de longueur et de largeur de la feuille était suffisamment fiable pour que je la retienne.

L'ANNEXE 1 expose les modalités d'application de cette méthode, et un résumé des autres techniques.

- La longueur de l'entre-noeud : LE . Elle est exprimée en cm et correspond à la mesure de l'entre-noeud inférieur.

- La surface de la section de ce même entre-noeud : SSE (biologiquement plus évocatrice que le diamètre). Elle est exprimée en cm^2 , et a été estimée à partir du diamètre axial primaire (la section étant assimilée à un disque).

- Le volume de l'entre-noeud : VE

Il est exprimé en cm^3 et correspond au produit de LE par SSE.

Enfin une "analyse discriminante" réalisée à partir des nuages de points SF - VE a permis de créer deux autres paramètres que j'appelle T et Δ .

Le premier correspond à une évolution concomitante de SF et VE. Il s'assimile donc globalement à la "taille" de l'entre-noeud considéré.

Le second correspond à une évolution inverse de ces deux paramètres et rend compte de la prédominance axiale ou foliaire au niveau de l'entre-noeud. Nous verrons en quoi ce paramètre Δ s'avère intéressant dans son rôle descriptif mais aussi probablement "marqueur" de certaines étapes de la morphogenèse.

La description de la méthode statistique utilisée est consignée dans l'ANNEXE 2. Les données chiffrées correspondant à ces différents paramètres, pour toutes les espèces, sont contenues dans l'ANNEXE 4.

On a donc au total six paramètres dont trois découlent de mesures immédiates et trois en sont déduits.

Par ailleurs il m'a été possible, sur huit parmi les onze espèces étudiées, d'effectuer des mesures de vitesse d'allongement des axes : L (voir annexes 3 et 5).

Nous verrons dans la partie DISCUSSION en quoi ces résultats peuvent s'intégrer dans la proposition de schéma global de croissance

de la plante.

Nous savons que cette vitesse d'allongement axial est très dépendante du milieu extérieur (LONGMAN 1972). Mais comme nous le verrons ce ne sont pas tant les valeurs absolues de croissance qui sont intéressantes que l'évolution entre ces variables, au cours de la croissance.

Il est ainsi intéressant de relier ce paramètre L avec les variables T et Δ .

I - 2 - 2 - Choix des espèces

I - 2 - 2 - 1 - Critères de sélection

Le choix des espèces a dû répondre à différents impératifs pour permettre une interprétation valable des résultats.

1 - Les différents individus de l'espèce considérée doivent être issus d'un peuplement aussi homogène que possible, aussi bien génétiquement qu'écologiquement. Ainsi nous savons notamment le rôle de l'insolation sur la surface foliaire (Pour une même espèce, une "feuille d'ombre" a une surface plus grande qu'une "feuille de lumière", BOARDMAN 1977 ; EVANS 1972).

Bien que le facteur génétique nous échappe totalement, on peut faire l'hypothèse raisonnable de cette double homogénéité si les individus proviennent tous d'un peuplement bien circonscrit sur le terrain.

2 - Le peuplement doit être suffisamment important pour permettre un choix correct des individus.

3 - Il doit être facile d'accès pour permettre une observation suivie.

4 - Ces espèces doivent si possible avoir une croissance rapide pour permettre des mesures de vitesse d'élongation des axes (cette condition n'a malheureusement pas toujours été remplie).

Pour ces quatre raisons, il est vite apparu que les espèces colonisatrices, en bordure de route ou dans des carrières abandonnées, étaient un matériel de choix pour ce type d'étude.

I - 2 - 2 - 2 - Espèces étudiées

Le travail de terrain a été fait en NOUVELLE-CALEDONIE : NC (en Grande-terre et à Maré) et en GUYANE FRANCAISE : GF (Piste de St Elie et Cacao).

Elles sont citées par ordre alphabétique de genre :

- Alstonia vieillardii V. Heurch et Muell. Arg. var. vieillardii
APOCYNACEAE - NC
- Cecropia obtusa Tréc.-MORACEAE - GF
- Coffea arabica L.var.nain-RUBIACEAE (sur parcelle d'expérimentation du service de l'agriculture) - NC
- Iserbia spiciformis DC - RUBIACEAE - GF
- Loreya mespiloïdes Miq. - MELASTOMACEAE - GF
- Miconia alata (Aubl.) DC - MELASTOMACEAE - GF
- Miconia ciliata (Rich.) DC - MELASTOMACEAE - GF
- Palicourea guianensis ssp guianensis Aubl.-RUBIACEAE - GF
- Ricinus communis L. - EUPHORBIACEAE - NC
- Scaevola sericea Vahl. - GOODENIACEAE - NC
- Solanum rugosum Dun. - SOLANACEAE - GF

Ce sont des espèces arborescentes ou buissonnantes.

I - 2 - 3 - METHODES D'ECHANTILLONNAGE

I - 2 - 3 - I - Considérations préliminaires

Une fois l'espèce choisie et le peuplement, susceptible de permettre un échantillonnage complet, déterminé, l'étude peut alors débuter.

Je vais présenter ici les différentes phases précédant l'échantillonnage proprement dit :

1 - Etude de l'architecture de l'arbre, afin d'en comprendre l'évolution générale. Différents renseignements sont notés : hauteur totale moyenne de l'arbre, hauteur moyenne de la première ramification, position des premières fleurs ou inflorescences (1), dimorphisme axial éventuel, existence ou non d'une forme juvénile caractéristique (notamment feuilles juvéniles).

2 - Parallèlement, est notée de visu l'évolution de quelques paramètres significatifs (SF, SSE, LE).

3 - Ces trois étapes permettent alors de distinguer empiriquement dans le végétal différentes "strates homogènes" où les paramètres structuraux et de croissance prennent des valeurs singulières, et se stabilisent autour de valeurs moyennes sur plusieurs entre-noeuds consécutifs. Sur les rameaux à développement immédiat, par exemple, les entre-noeuds initiaux sont en général très développés (hypopodiums), ils sont alors systématiquement rejetés de l'échantillonnage car ils ne correspondent pas à une phase de

 (1) La définition de l'inflorescence adoptée ici est avant tout morphologique et correspond à celle de Van STEENIS (1963) : "a specialised fertile part (or parts) of an individual plant which post-anthesis does not participate in the vegetative extension of the individual." voir le commentaire dans HALLE, OLDEMAN, TOMLINSON 1978.

initial a alors le numéro le plus élevé. Ce système de numérotation implique que deux axes contigus peuvent avoir un numéro différent suivant le nombre d'axes qui en sont issus par ramification (FRANÇON 1984).

La "méthode d'équivalence d'étages" repose sur le même principe que précédemment, mais ici, deux axes contigus, de "même étage" porteront le même numéro d'ordre.

Le principal problème lié à ces deux méthodes réside dans le fait que par principe même dès qu'une ramification apparaît elle prend le numéro 1 et par conséquent décale d'une unité supplémentaire tous les axes qui se trouvent en aval.

Une troisième méthode, "classique", résoud le problème en inversant la numérotation : l'axe initial porte le numéro 1, ceux qui en sont issus le numéro 2, puis 3 etc... Cette méthode est donc additive : une fois attribués les numéros ne changent plus, et plus un arbre est ramifié, plus ses ramifications ultimes ont un numéro d'ordre élevé.

Dans le type d'étude réalisée ici, la "méthode classique" présente l'avantage de pouvoir nommer définitivement les différents axes suivant leur ordre d'apparition. C'est donc la méthode que j'ai retenue ici.

I - 2 - 3 - 2 - Réalisation de l'échantillonnage et des mesures

Une fois les "strates homogènes" de prélèvement définies par l'étude préliminaire, la récolte peut avoir lieu.

J'ai arbitrairement fixé à quarante le nombre de niveaux foliaires prélevés dans chaque "zone homogène". Ces strates de prélèvement contiennent donc un certain nombre d'axes appartenant

"croissance stabilisée" (1) de ces rameaux. C'est aussi pour cela que je n'ai considéré que des espèces dont la croissance ne s'opèrent pas par "poussées de croissance" successives, comme par exemple, cela s'observe chez Theobroma cacao (BOYER 1974 ; COOK 1916 ; GREATHOUSE et coll. 1971 ; HALLE, OLDEMAN, TOMLINSON 1978 ; LENT 1966) ou Hevea brasiliensis (HALLE, MARTIN 1968 ; HALLE, OLDEMAN, TOMLINSON 1978). L'expérience montre qu'il est important d'échantillonner à au moins trois niveaux systématiquement:

- L'axe initial à sa sortie du sol
- ce même axe dans sa "phase d'expansion" maximale . SF, SSE, LE et VE y ont alors souvent leur valeur maximale.
- Enfin, les premiers axes portant des organes reproducteurs.

Suivant le modèle architectural ou les modalités particulières de croissance, une à quatre zones de prélèvement supplémentaires sont définies.

Par commodité j'appellerai ces zones "stades de croissance".

Une dernière remarque s'impose en ce qui concerne l'appellation des ordres de ramification. J'ai préféré la méthode dite "classique", aux méthodes "de STRAHLER" ou "d'équivalence d'étages" (Un exposé de ces méthodes peut être trouvé dans BARKER et coll. 1973 ; BORCHERT, SLADE 1981 ; CHUAH 1977 ; FRANÇON 1984).

Dans la méthode de STRAHLER, utilisée à l'origine pour décrire les systèmes de drainage, les branches ultimes, périphériques, reçoivent le numéro d'ordre le plus bas (en l'occurrence 1). L'axe

 (1) par "croissance stabilisée" j'entends une homogénéité la plus grande possible entre les entre-noeuds successifs.

ou non au même individu. En effet dans la mesure où un seul individu ne permet pas un échantillonnage suffisant, on est contraint de compléter celui-ci sur des individus voisins (Le problème se pose notamment pour des axes aux stades "lj", "la" ou "lr" - voir 2ème PARTIE II).

Une fois la récolte effectuée les trois paramètres "immédiats" sont mesurés :

- LE, grâce à un décimètre
- Le Diamètre, grâce à un pied à coulisse (au 10ème de mm près). Il est pris en milieu d'entre noeud afin d'éviter que les bombements fréquents au niveau des points d'insertion foliaire ne faussent les résultats. SSE en est déduit.
- SF, en utilisant la méthode développée dans l'ANNEXE 1.

C'est à partir de ces paramètres mesurés directement (LE) ou par extrapolation (SF, SSE) que sont construits les trois autres variables : VE, T et Δ .

I - 2 - 4 - Traitement des données

La méthode de traitement utilisée, l'analyse discriminante, est explicitée dans l'ANNEXE 2.

"Connaître c'est mesurer" a pu dire Léon BRUNSCHVIG (1). Sans être entièrement convaincu par un tel postulat, j'ai néanmoins tenté d'utiliser un outil statistique de traitement des données afin de mettre en évidence ce qui a priori pouvait l'être par quantification.

Ce faisant j'ai toujours eu présent à l'esprit un certain nombre de recommandations élémentaires auxquelles tout biologiste utilisant

(1) "Pour la Science" n° 114.

l'outil statistique doit se conformer. LUCK 1977, nous rappelle fort bien la méthodologie stricte à suivre si l'on veut tirer des conclusions valables et parlantes pour le biologiste (choix des variables, choix du matériel végétal, choix de l'outil statistique). Dans cette optique il m'a semblé que l'analyse discriminante utilisée ici était particulièrement performante puisqu'elle a permis un traitement adapté aux données brutes dont je disposais et a finalement conduit à une lecture graphique du cycle de vie de la plante, vu sous l'angle particulier des variables suscitées (cf. ANNEXE 2).

I - 2 - 5 - Echantillonnage et interprétation

Deux remarques sont à faire concernant l'échantillonnage et le traitement des données qui en résulte :

La méthode utilisée aboutit, pour chaque paramètre à la juxtaposition sur un graphique, de points isolés les uns des autres et que seule l'étude morphologique préliminaire nous permet de relier. L'interprétation permettant de transformer la distribution discrète issue de la méthode d'échantillonnage en une distribution continue (décrivant un "mouvement" ou une "trajectoire") se justifie donc par l'étude biologique antérieure.

D'autre part, si ainsi que je l'ai exposée, la définition des zones de prélèvements se fait a priori, après observation de l'arbre, la quantification et son analyse vont permettre ou non une justification a posteriori de l'échantillonnage dans ces différentes phases de croissance.

Dans la pratique, il est donc préférable d'effectuer un traitement, même grossier des données afin, si nécessaire de rectifier ou compléter l'échantillonnage.

II - RESULTATS

Remarques préliminaires

Les différentes espèces vont être traitées successivement de la façon suivante :

L'ordre de présentation respecte l'ordre alphabétique des genres.

Chaque espèce fait l'objet d'une présentation botanique rapide.

Une description de l'architecture est ensuite proposée. Ceci permettra de voir à quel modèle architectural la plante se conforme.

Une troisième partie définit les zones d'échantillonnage.

Dans une quatrième partie sont présentées les graphes, fonctions de répartition et courbes, pour les différents paramètres. Un "graphe signature" (cf. ANNEXE 2) de l'espèce est ainsi dessiné.

Les données de vitesse de croissance des axes sont ensuite exposées sous forme graphique et commentées (seules huit des onze espèces ont pu faire l'objet de mesures suffisantes).

Enfin une synthèse est proposée pour chaque espèce.

Celle-ci est résumée par un "schéma virtuel" de l'arbre adulte représentant celui-ci dans l'évolution de sa croissance primaire.

L'aspect technique des mesures et du traitement des données est détaillé dans les ANNEXES suivantes :

- ANNEXE 1 - Techniques de mesure de la surface foliaire.
- ANNEXE 2 - Traitement des données : travail préparatoire et utilisation de la méthode d'analyse discriminante.
- ANNEXE 3 - Estimation de la vitesse de croissance des axes.

Les ANNEXES 2 et 3 apportent par ailleurs des précisions terminologiques concernant quelques termes utilisés dans la suite de ce mémoire.

Toutes les données chiffrées sont réunies dans les ANNEXES 4, 5 et 6 :

- ANNEXE 4 - Données relatives à l'approche statique (Pour les onze espèces).
- ANNEXE 5 - Données de vitesse de croissance (Pour huit espèces).
- ANNEXE 6 - Données relatives à la taille de l'inflorescence (Pour Ricinus communis uniquement).

Alstonia vieillardii V. Heurch et Muell. Arg.
var. vieillardii



II - 1 - Alstonia vieillardii V. Heurch et Muell. Arg var. vieillardii
APOCYNACEAE

Herbier : LAURI PE.n° 40-41

(Herbier du centre ORSTOM de NOUMEA - NOUVELLE CALEDONIE)

Site d'étude : lieu-dit : LA COULEE

GRANDE-TERRE

NOUVELLE-CALEDONIE

On trouve en Nouvelle-Calédonie quatorze espèces d'Alstonia, toutes endémiques.

BOITEAU (1981) note dans sa "FLORE des APOCYNACEES de la NOUVELLE-CALEDONIE et DEPENDANCES" l'existence pour ce genre de formes de jeunesse capables de fleurir et de fructifier (formes néoténiques).

Ce même auteur distingue pour l'espèce A. vieillardii deux variétés : vieillardii et glaberrima Guillaumin. La première, étudiée ici, se distingue de la seconde plus rare, par la présence d'un tomentum plus ou moins dense, souvent jaunâtre ou fauve sur la face inférieure des feuilles. Les fleurs jaunes à préfloraison dextrorse sont assemblées en cymes di ou tri-chasiales. Les fruits sont des follicules longs de 15 à 20 cm.

On trouve A. vieillardii essentiellement dans le sud de la Grande-Terre (notamment au niveau du "bassin minier") sur sols remaniés issus de roches ultrabasiques (péridotites...).

C'est d'ailleurs une excellente plante de recolonisation pour ce type de sols. Cette espèce semble se développer de façon optimale en bordure de forêt. Mais on la trouve aussi le long des pistes en zone de "maquis minier".

II - 1 - 1 - Présentation morphologique

L'arbre adulte peut atteindre 10 m en lisière de forêt, ou 3 - 4 m en zone de maquis. Les feuilles sont simples et entières disposées selon une phyllotaxie opposée - décussée. Elles sont toujours verticillées par deux. Le limbe est coriace de couleur vert sombre sur sa face supérieure et à nervures primaires et secondaires saillantes sur la face inférieure. On observe sur l'axe initial en début de croissance des feuilles de jeunesse caractérisées par un limbe très étroit. La forme du limbe va ensuite évoluer progressivement pour atteindre sa conformation de feuille adulte en fin d'axe initial. Le rapport longueur sur largeur de la feuille passe ainsi de 20 à 25, pour une feuille juvénile, à 3 - 5 pour une feuille adulte. Ce rapport reste ensuite constant avec la ramification. Le graphe largeur - longueur des feuilles (Fig. 1) permet de distinguer les feuilles juvéniles des feuilles adultes (Fig. 2) - Planches 1-A et 1-B.

II - 1 - 2 - Mode de croissance

Les individus étudiés ici proviennent tous d'une zone de maquis. L'axe d'ordre 1, orthotrope, peut atteindre 1 - 1,50 m avant d'arrêter sa croissance (par parenchymatisation du méristème apical) et de se ramifier. Il produit alors quatre relais identiques d'ordre 2. Ceux-ci vont se développer jusqu'à 0,5 - 1 m avant de former à leur tour quatre relais (Planche 2 - A et 2-B). Ce schéma de croissance se répète ainsi pour chaque niveau de ramification (d'ordre 3, 4...)

La floraison est terminale et apparaît en général à partir des ramifications d'ordre 3 ou 4 (Planche 3-A et 3-B). Le nombre de relais végétatifs alors produits passe de quatre à deux. Ils sont associés à deux ou trois axes inflorescentiels. Cette diminution de la ramification végétative liée à la floraison est commentée dans la 3ème PARTIE, paragraphe II-2-3-2) (Planche 4).

La croissance d'Alstonia vieillardii peut donc être résumée

comme suit :

- Axe initial orthotrope. Il est relayé en fin de croissance par quatre axes équivalents.

- Chacun de ces relais reproduit le même schéma de croissance sympodiale.

- Quand la floraison, terminale, intervient le nombre de relais végétatifs émis tombe à deux.

On a donc typiquement ici un système d'axes constitué de la juxtaposition de modules successifs orthotropes.

A. vieillardii se conforme donc au modèle de LEEUWENBERG.

NOTE : En bordure de forêt on observe une transformation sensible de ce type de croissance.

L'axe initial se ramifie entre 2 et 3,5 m. Parmi les quatre relais émis, un seul devient prédominant, déjetant ainsi les trois autres sur le côté.

L'axe d'ordre 2 préséant répète alors ce même schéma de croissance, ainsi que l'axe d'ordre 3 préséant etc...

On a donc finalement formation, progressive d'un "tronc" atteignant 8 à 10 m et rejetant latéralement à chaque niveau de ramification, deux à trois relais. La floraison intervient assez vite sur les axes "dominés" (dès la mise en place des axes de troisième ordre) mais beaucoup plus tard sur les relais "dominants"(Elle n'apparaissait pas encore au sommet d'un "tronc" de 8 m, ayant développé 7 modules).

On voit donc qu'A. vieillardii adopte une stratégie différente suivant son milieu de vie :

En milieu ouvert, cette espèce optimise l'occupation harmonieuse de l'espace, en se conformant au modèle de LEEUWENBERG.

En milieu fermé (forêt) ou semi-ouvert (lisière), elle favorise davantage la croissance en hauteur en se développant selon un modèle qui rappelle celui

de KORIBA. Cet exemple illustre la notion de "continuum architectural" (voir aussi FISHER 1984, 86 ; FISHER, HIBBS 1982). On remarque que ceci a une incidence directe sur l'aptitude florifère des axes.

En effet les axes "dominants" à gros diamètre, "vigoureux", ne fleurissent pas encore quand ils sont d'ordre 7. Par contre les ramifications déjetées sur le côté, de petit diamètre, "peu vigoureuses", peuvent fleurir dès la mise en place d'axes de troisième ordre.

II - 1 - 3 - Zones d'échantillonnage

Les différents niveaux de ramification ont été systématiquement échantillonnés jusqu'à l'ordre 9.

Seuls les individus se développant en milieu ouvert sont pris en compte ici.

La notation suivante a été adoptée :

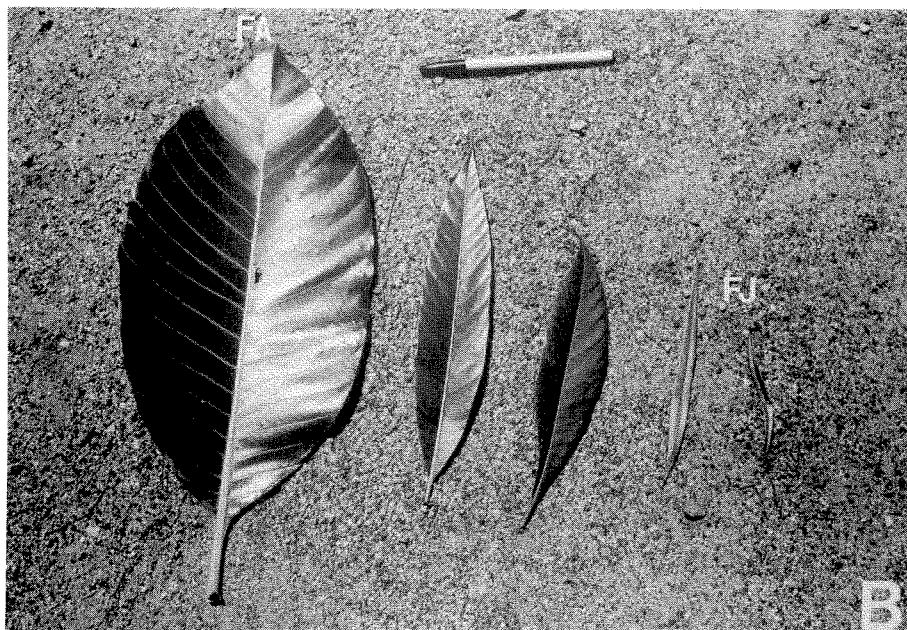
- . Axe d'ordre 1 juvénile de 0,05 à 0,45 m : "1j".
- . Axe d'ordre 1 adulte de 0,8 à 1,5 m : "1a".
- . Axes d'ordre 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 : respectivement : "2", "3", "4", "5", "6", "7", "8", "9".

-Alstonia vieillardii var.vieillardii-

PLANCHE 1-A :Axes juvéniles

PLANCHE 1-B :Transition des feuilles juvéniles(FJ)vers

les feuilles adultes(FA)



-Alstonia vieillardii var. vieillardii-

-Figure 1 :Graphe, largeur-longueur(l-L)des feuilles

On distingue les feuilles juvéniles(où le rapport L/l
est élevé) des feuilles adultes(où ce rapport est plus
faible)

-Figure 2 :Feuilles juvénile et adulte

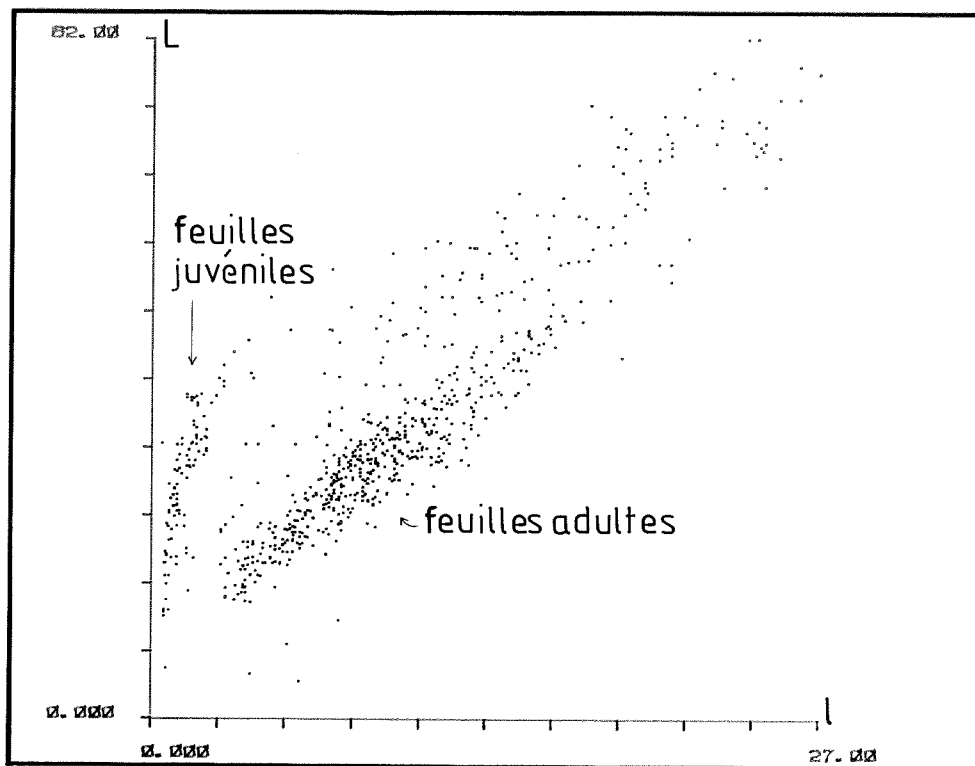


fig.1

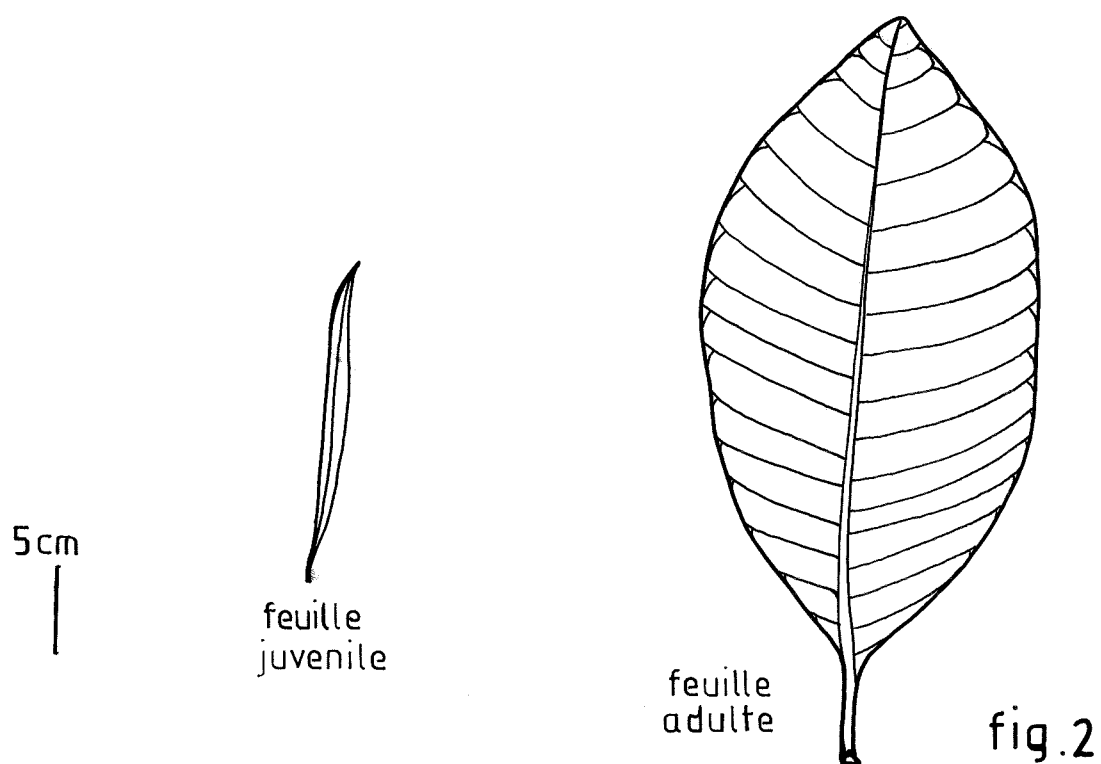
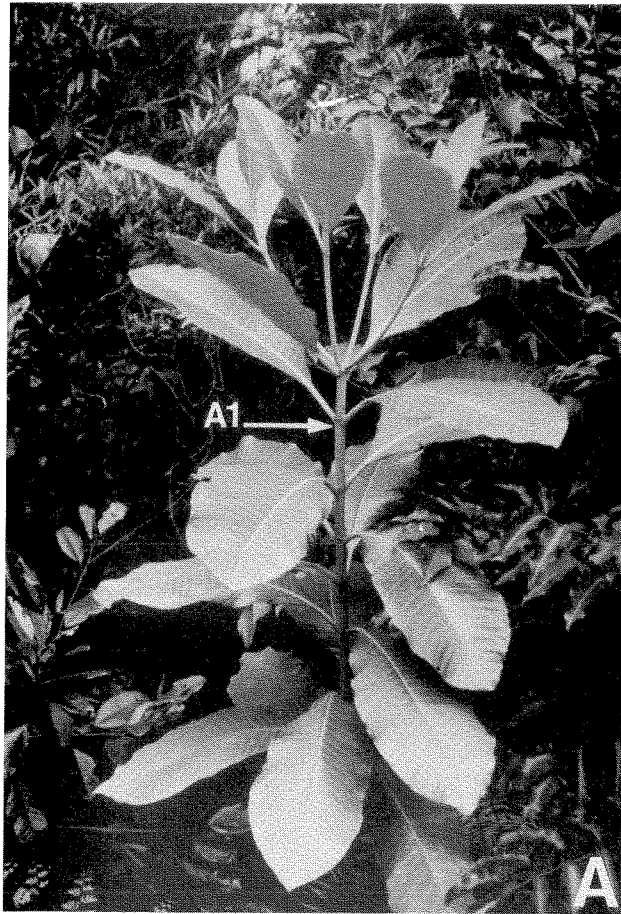


fig.2

-Alstonia vieiliardii var.vieillardii-

PLANCHE 2-A et 2-B :Départ de quatre relais d'ordre

deux sur un axe d'ordre un(A1)



-Alstonia vieillardii var vieillardii-

PLANCHE 3-A : Inflorescences terminales sur un axe

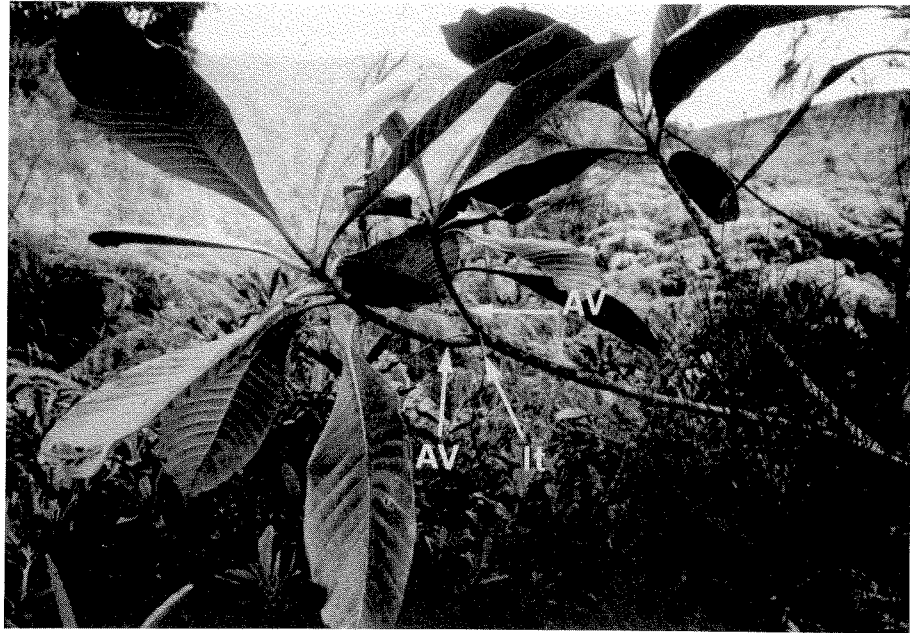
d'ordre quatre

PLANCHE 3-B : Inflorescences à la périphérie d'un arbre



-Alstonia vieillardii var. vieillardii-

PLANCHE 4 : Deux axes végétatifs (AV) associés à des
vestiges d'infrutescences (It)



II - 1 - 4 - Présentation graphique des résultats

Les figures 3, 4 et 5 montrent pour les trois variables SF, SSE et LE des évolutions globalement semblables, quoiqu'avec des variations d'amplitude différentes. On trouve les valeurs minimales en "1j", les valeurs maximales en "2" ("1a" se situe entre ces deux extrêmes). Les autres stades évoluent plus ou moins régulièrement autour de valeurs moyennes à minimales.

Le graphe s - v des figures 6 et 7 permet de distinguer nettement les stades "1j" et "2". Les autres stades se répartissent entre ces deux extrêmes.

Les fonctions de répartition tracées pour Δ (Figures 8 et 9) forment nettement deux groupes principaux.

Le stade 1j et les stades d'ordre supérieur à 3 sont caractérisés par de faibles valeurs de cet indice. Les stades 8, 9 et 1j sont pratiquement confondus (Ils se recouvrent deux à deux à environ 90 %).

A l'opposé "1a" et "2" sont caractérisés par de fortes valeurs de Δ et se recouvrent à 80 %.

Le stade 3 du groupe des basses valeurs est disjoint de "1a" à 60 %.

Les fonctions de répartition tracées pour T (Figures 10 et 11) séparent nettement "1j" des autres stades. A l'opposé, on trouve "1a" et "2" (qui se recouvrent à 65 %). Les axes d'ordre supérieur se répartissent ensuite de façon plus ou moins ordonnée entre "1a" et "1j".

La Figure 12 résume les variations conjointes de T et Δ en fonction des stades de croissance.

On note l'évolution progressive de ces deux indices entre "1j", qui présente les valeurs minimales, et "2" qui présente les valeurs maximales, en passant par "1a".

Les autres stades, d'ordre supérieur ou égal à 3, se succèdent de façon plus ou moins régulière. On remarque toutefois l'évolution globale vers des valeurs moyennes, pour T, à minimales pour Δ .

Le "graphe signature" des Figures 13 et 14 montre ainsi une évolution en boucle, presque fermée.

-Alstonia vieillardii var.vieillardii-

-Figure 3 :Variation de la surface foliaire(SF)en

fonction du stade de croissance

-Figure 4 :Variation de la surface de la section de

l'entre-noeud(SSE)en fonction du stade de croissance

-Figure 5 :Variation de la longueur de l'entre-noeud

(LE)en fonction du stade de croissance

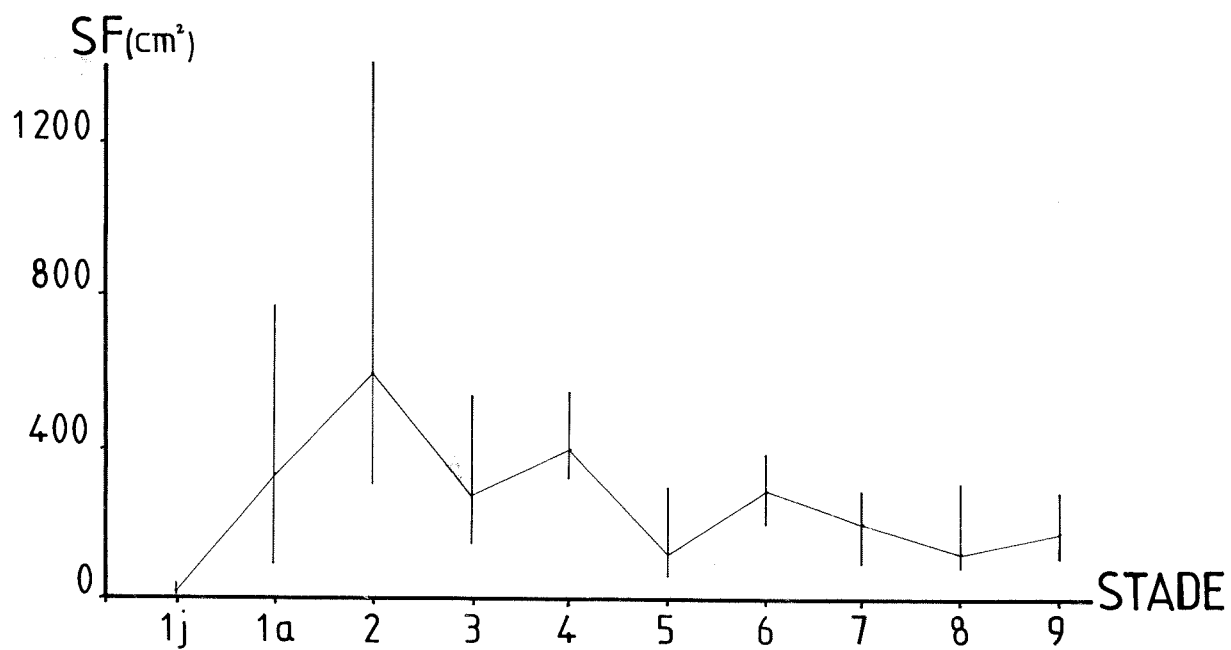


fig.3

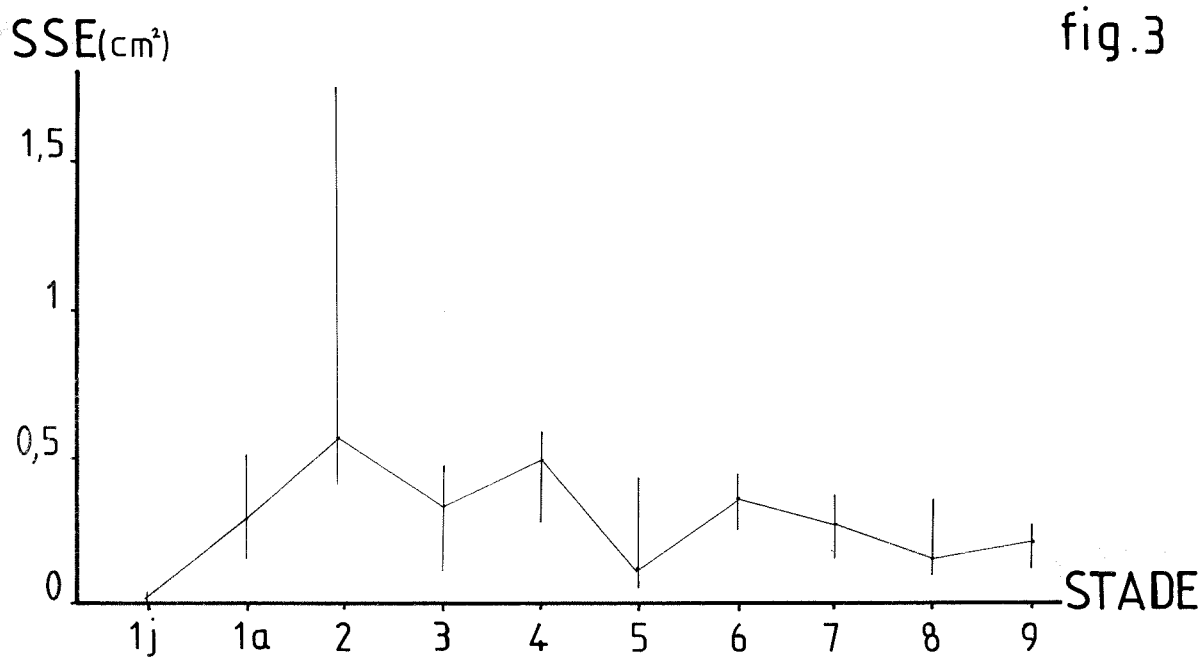


fig.4

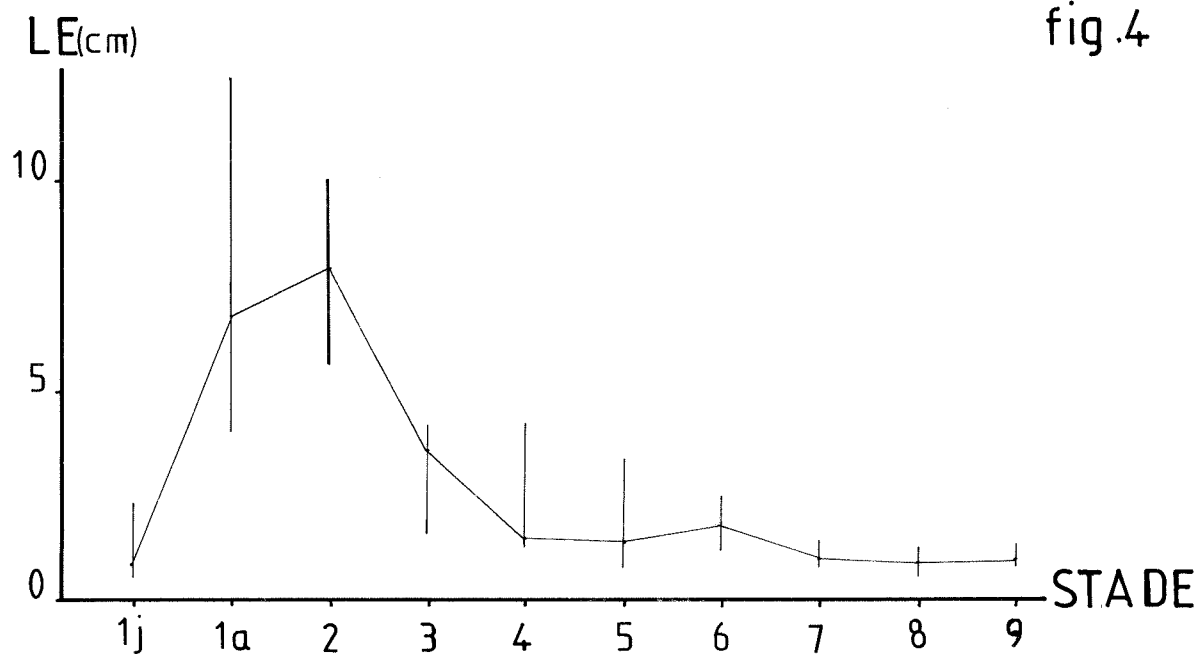


fig.5

-Alstonia vieillardii var.vieillardii-

-Figures 6 et 7 :Dessin des nuages de points et des

"patates" correspondant aux différents stades de

croissance.

Chaque niveau foliaire est représenté par un point

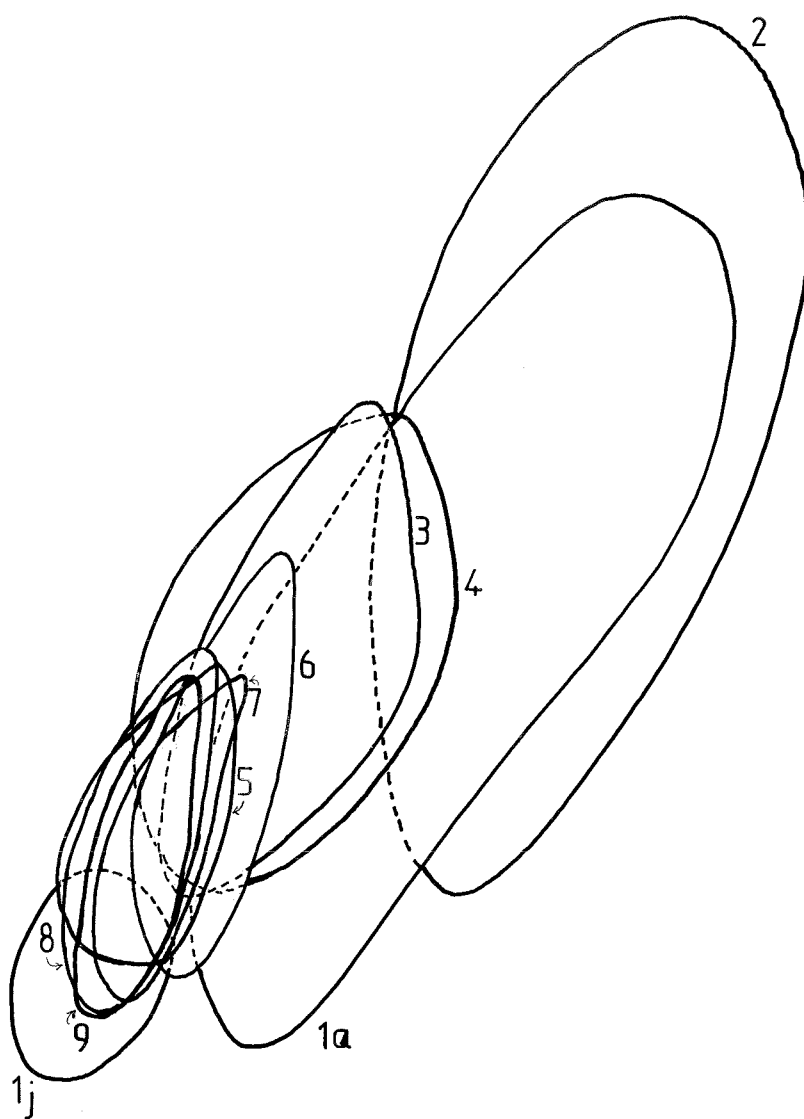


fig.7

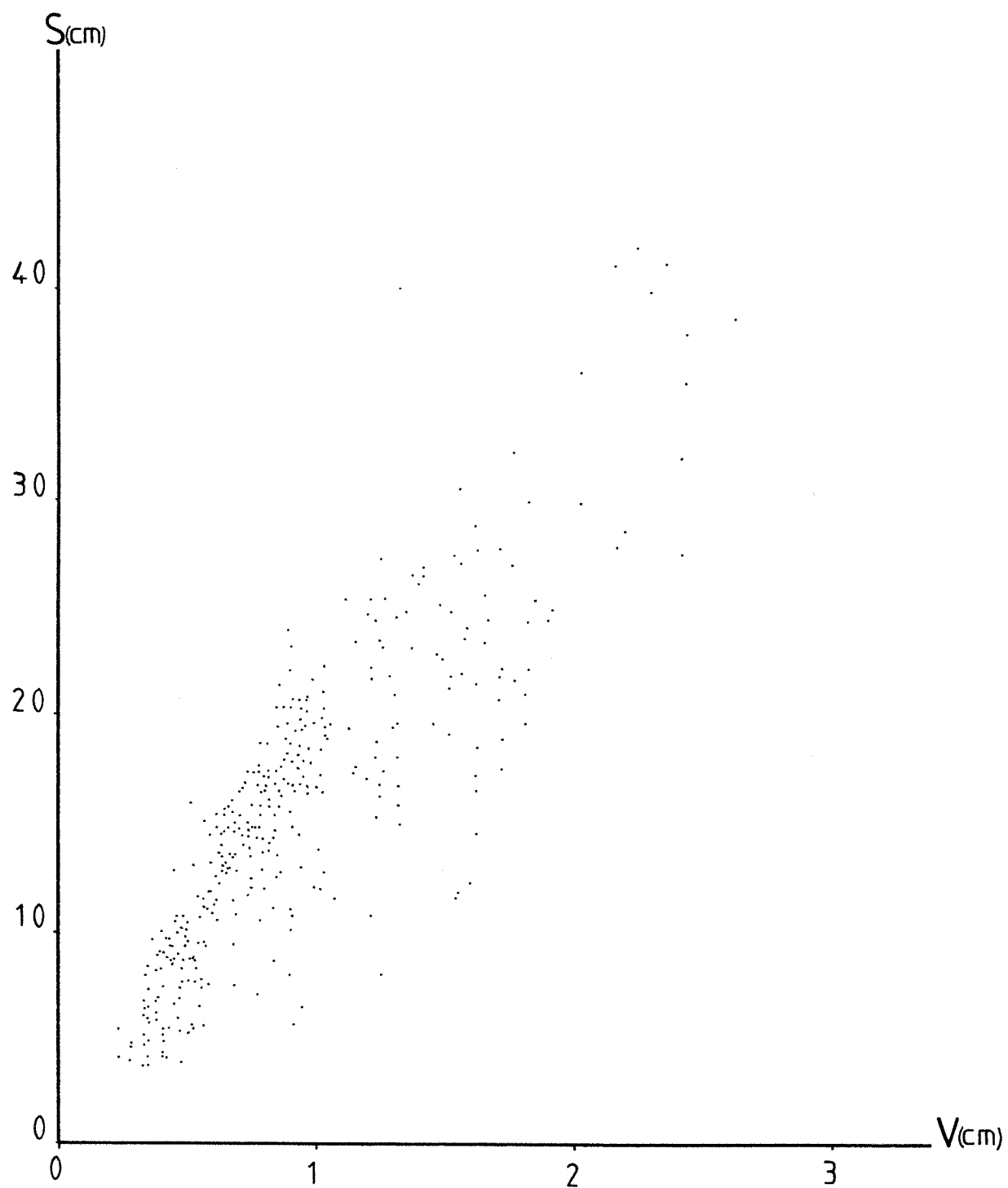


fig.6

-Alstonia vieillardii var. vieillardii-

-Figures 8 et 9 : Tracé des fonctions de répartition de

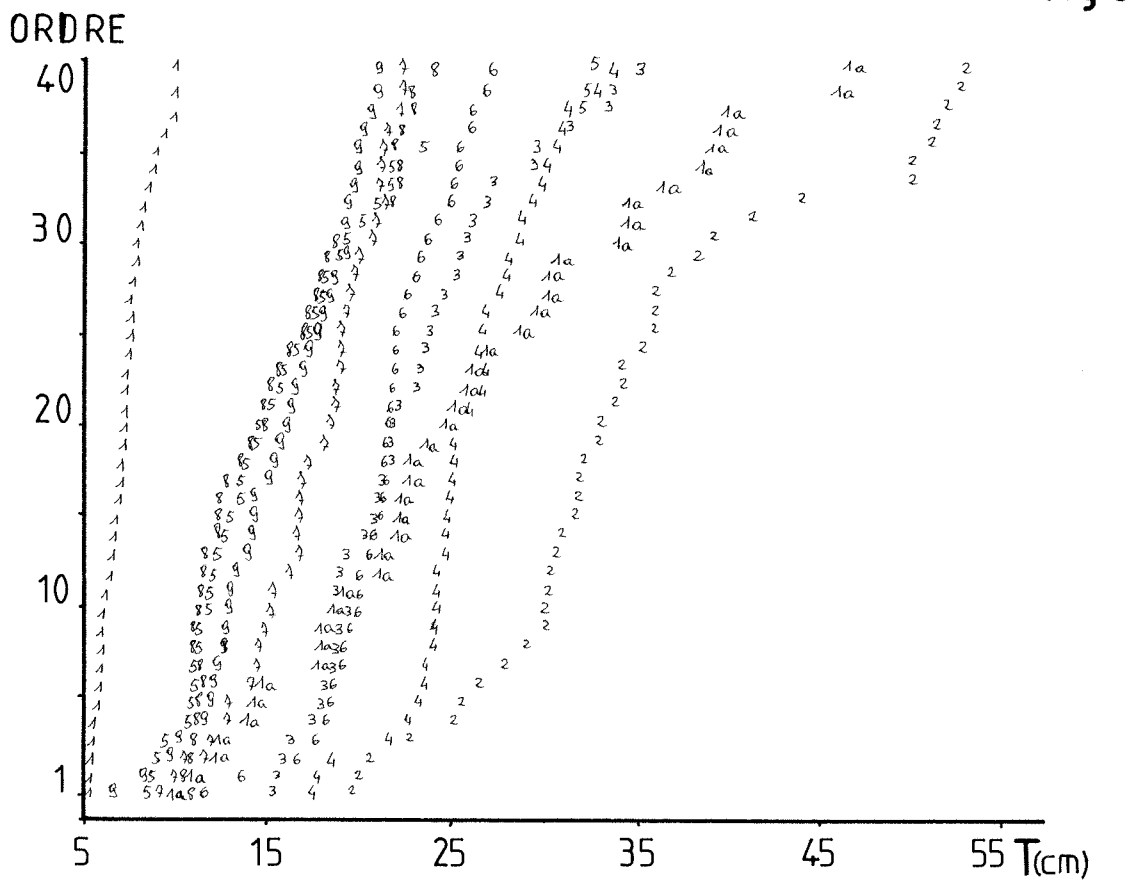
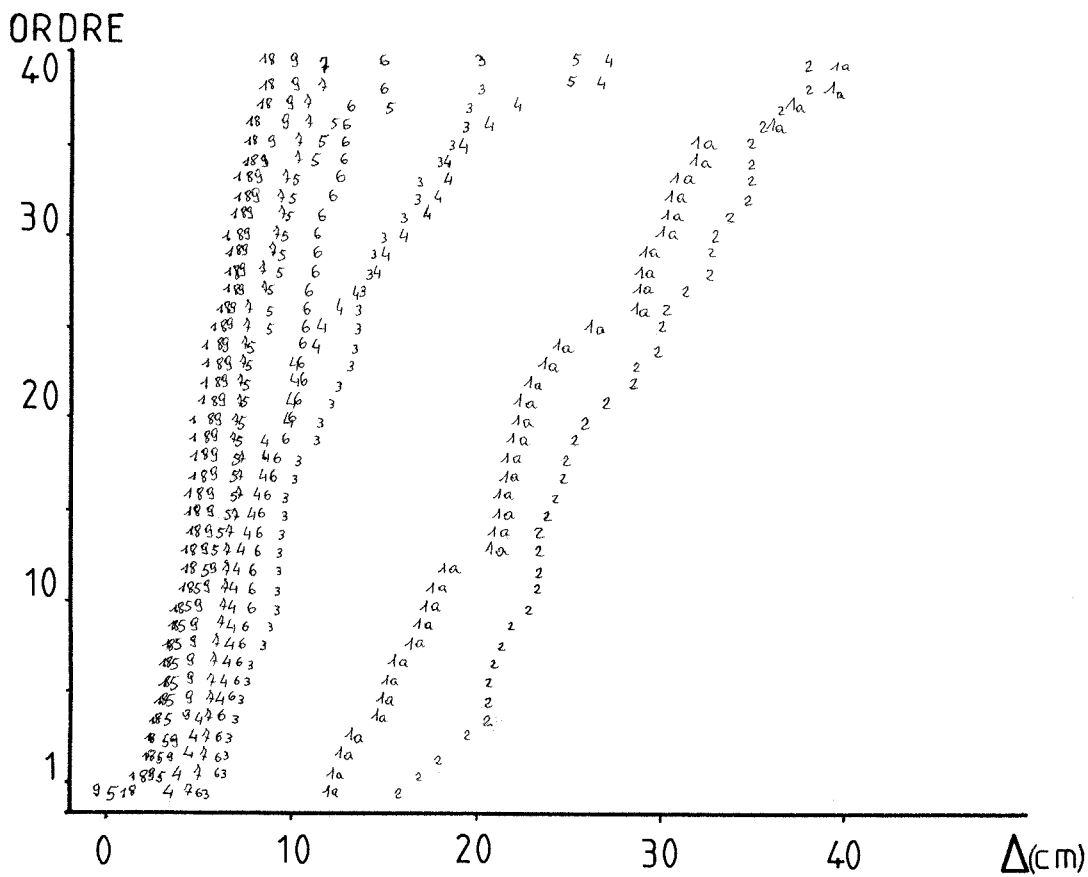
l'indice d'axialisation (Δ) pour les différents stades

de croissance

-Figures 10 et 11 : Tracé des fonctions de répartition de

l'indice de taille (T) pour les différents stades de

croissance



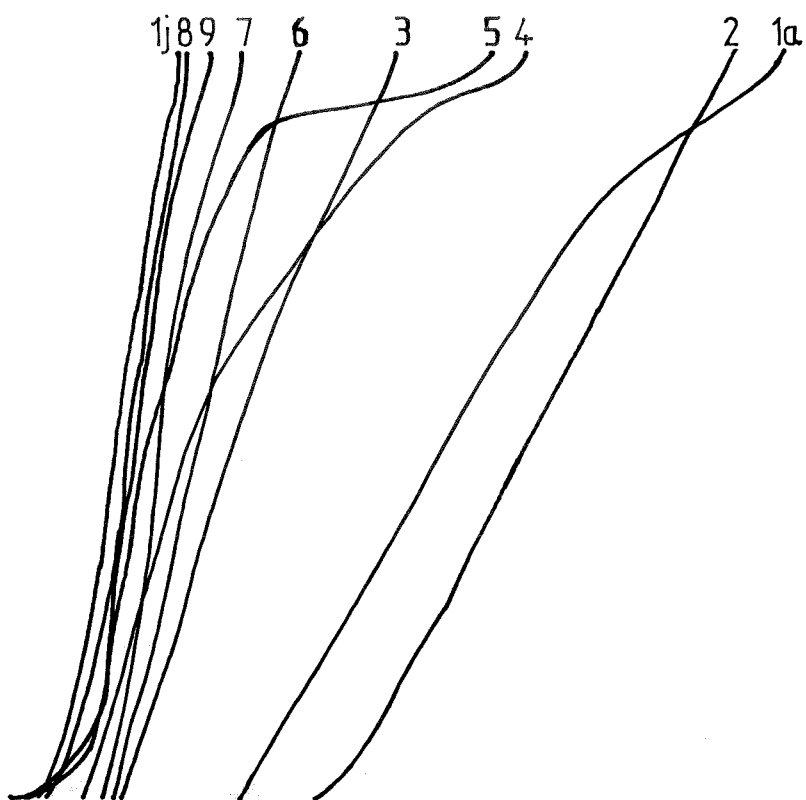


fig.9

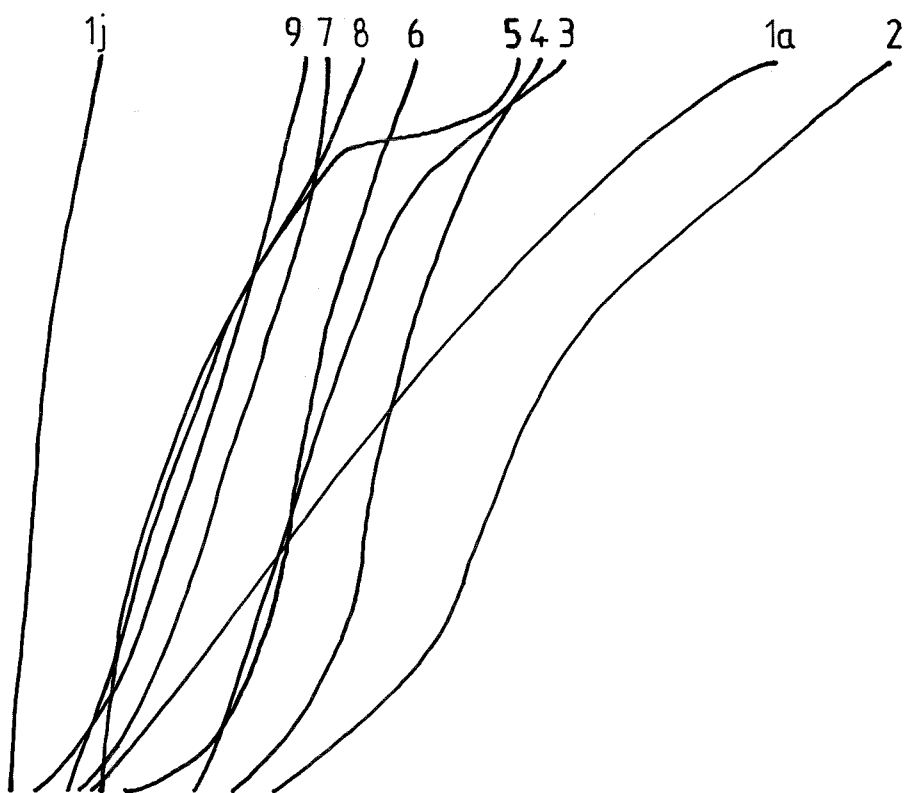


fig.11

-Alstonia vieillardii var. vieillardii-

Figure 12 : Evolution des indices de taille (T) et
d'axialisation (Δ) en fonction des stades de croissance

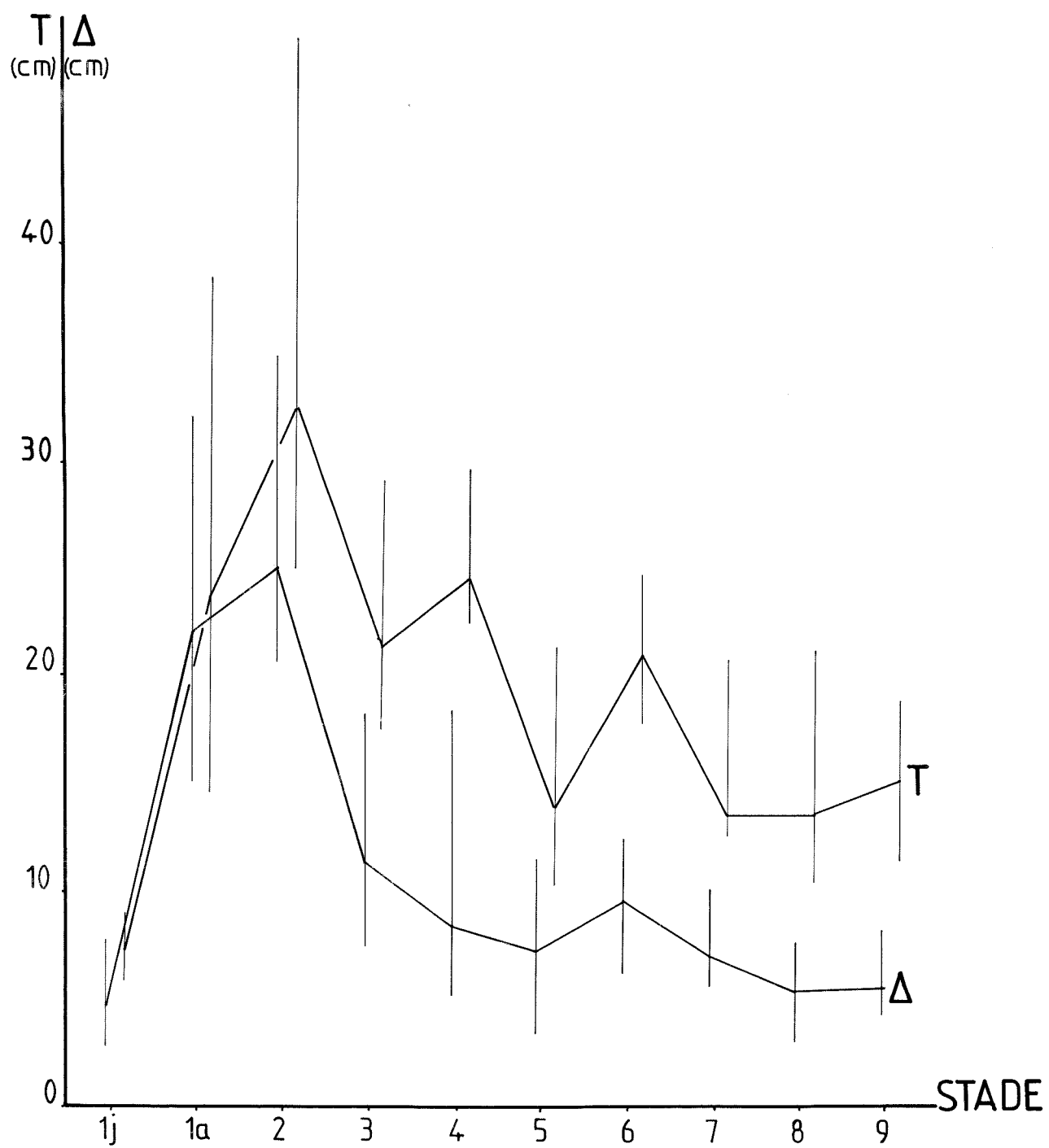


fig.12

-Alstonia vieillardii var. vieillardii-

"GRAPHE SIGNATURE"

-Figure 13 :Graphe en fil

-Figure 14 :Graphe en ruban

Les pointillés marquent la présence de la
sexualité

Les flèches indiquent le sens de l'évolution
ontogénique

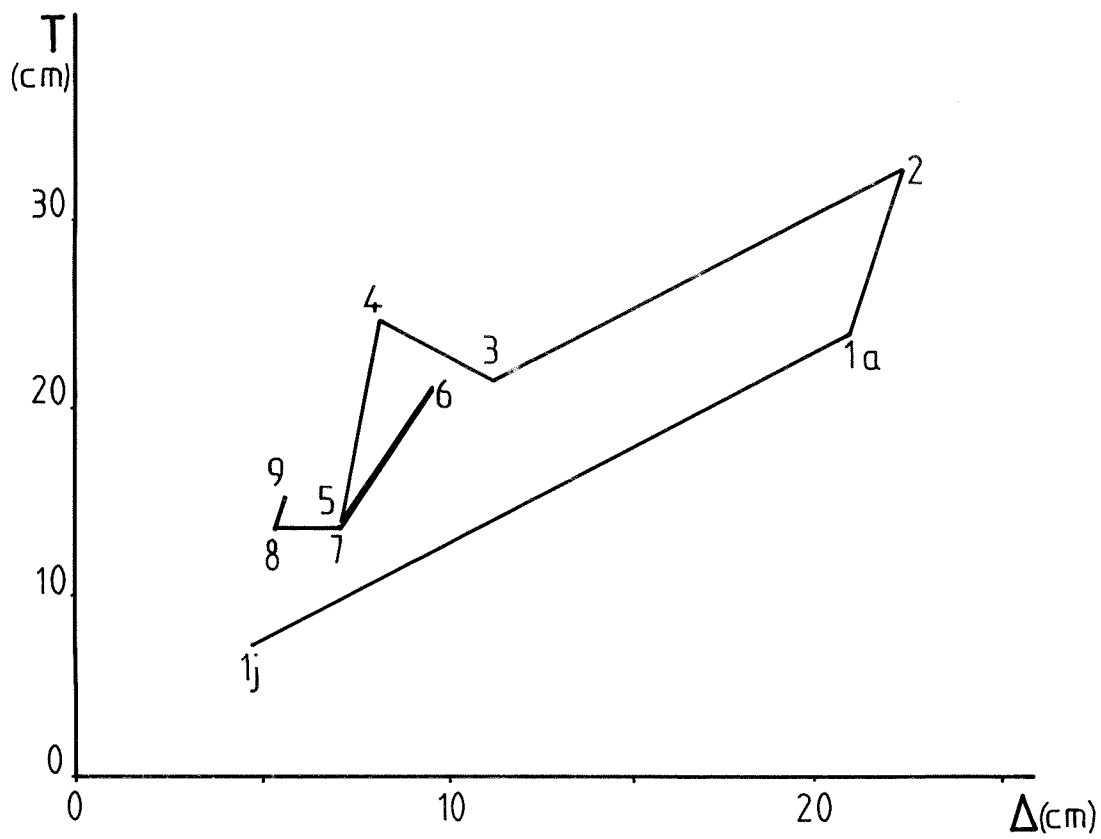


fig.13

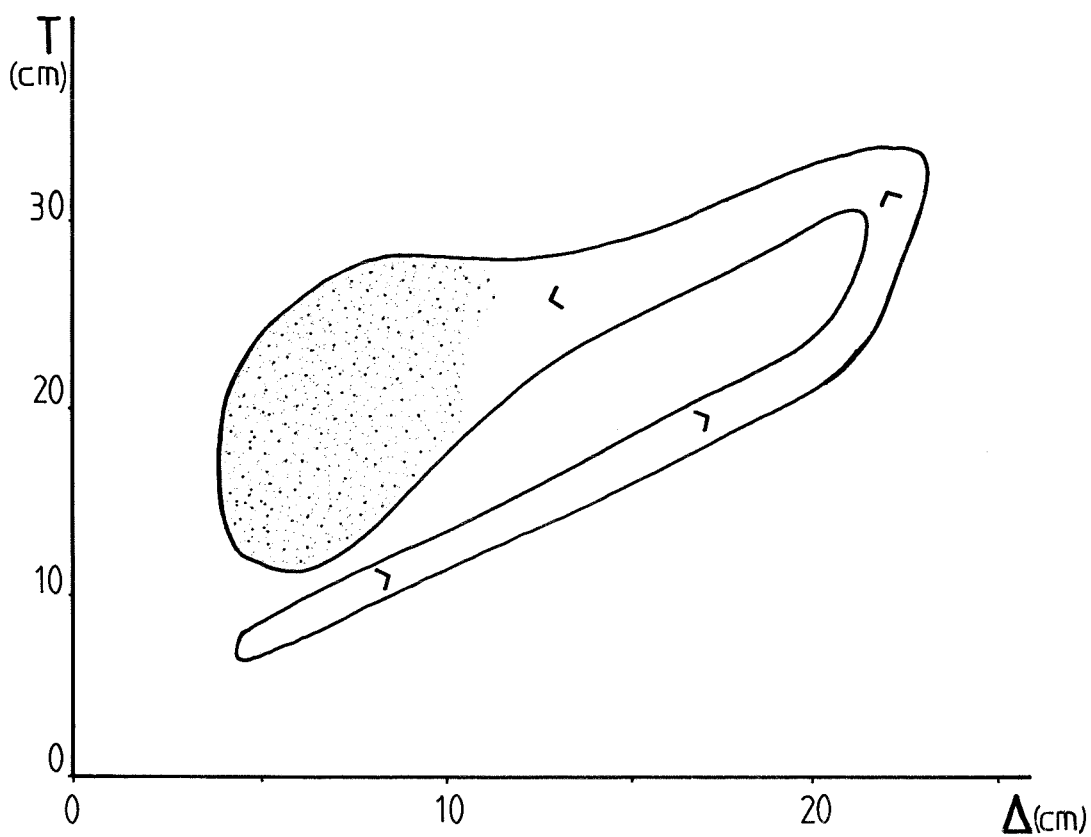


fig.14

II - 1 - 5 - Données de vitesse de croissance

Vingt-sept axes ont été récoltés et mesurés.

En sept mois le nombre d'entre-noeuds dégagés varie de un à quatre, ce qui donne un plastochrone variant de 53 jours à 210 jours (respectivement pour un axe "2" et un axe "1j").

L'unité de croissance est l'entre-noeud lui-même.

La vitesse d'allongement varie de 0,05 à 1,4 cm/semaine (respectivement pour un axe "1j" et un axe "2").

Les Figures 15 et 16 indiquent une meilleure corrélation de l'allongement de l'axe avec Δ , qu'avec T : les coefficients de corrélation linéaire sont respectivement de 0,925 et 0,706.

On peut donc en conclure que plus un rameau est axialisé plus sa vitesse d'allongement est élevée, plus son plastochrone est court.

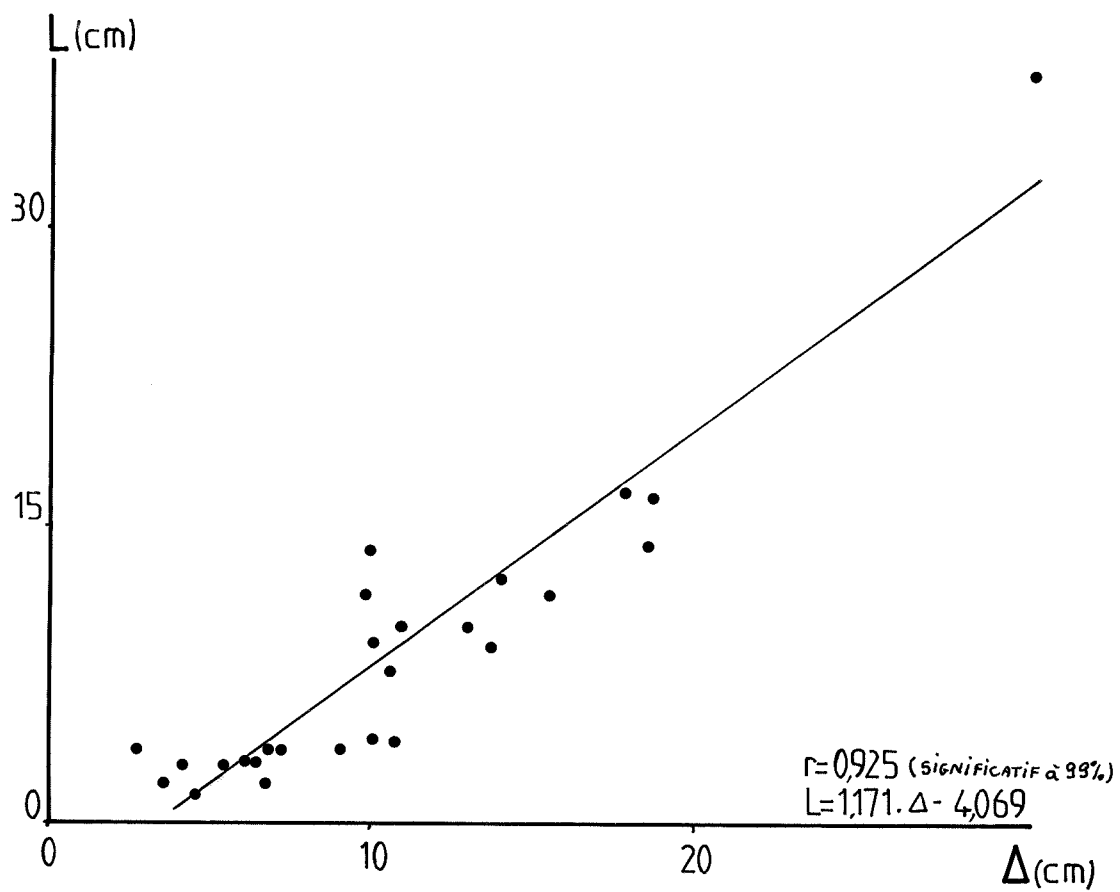
-Alstonia vieillardii var.vieillardii-

-Figure 15

Graphe indice d'axialisation-élongation axiale(Δ -L)

-Figure 16

Graphe indice de taille-élongation axiale(\bar{T} -L)



Δ (cm)
fig.15

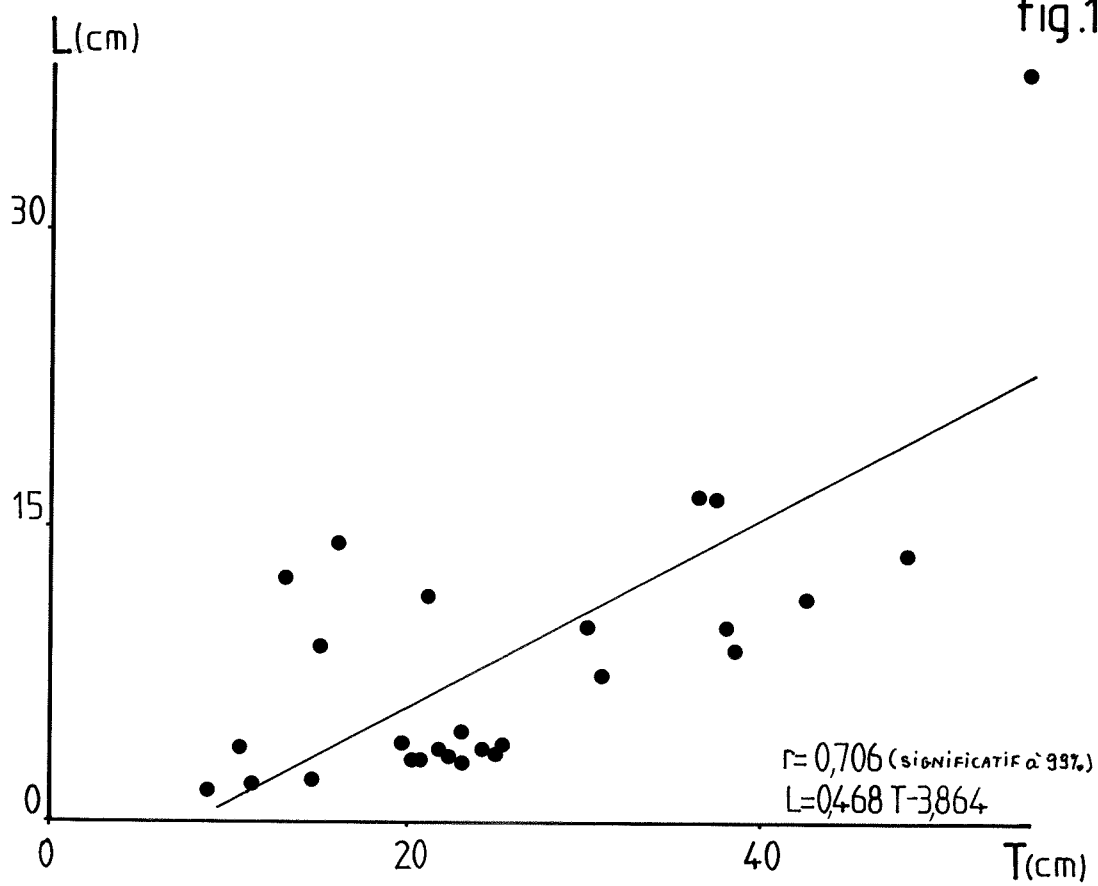


fig.16

II - 1 - 6 - Synthèse

Ces différents éléments permettent de proposer un schéma général de croissance pour A. vieillardii var. vieillardii.

Trois phases de croissance successives peuvent être dégagées :

- Première phase : c'est l'axe initial en début de croissance. Il a des feuilles juvéniles.

Les paramètres de dimension (SF, SSE et LE) y sont minimaux. L'indice de taille T y prend donc sa valeur minimale. Cet axe est très foliarisé (Δ est minimum), sa vitesse de croissance est faible.

- seconde phase : elle comprend l'axe initial développé ainsi que les axes d'ordre 2. Les paramètres de dimension (SF, SSE, LE et donc T) y sont maximaux.

L'indice Δ y atteint sa valeur maximale indiquant une forte axialisation. Ces axes ont une vitesse de croissance élevée.

- troisième phase : elle englobe tous les axes de numéro d'ordre supérieur ou égal à 3.

Les paramètres SF, SSE, LE et T y prennent des valeurs moyennes à minimales.

Ils sont moyennement à très foliarisés. Leur vitesse de croissance est donc faible.

La floraison apparaît dans cette phase.

La figure 17 résume ces différentes étapes de la croissance dans le schéma virtuel d'Alstonia vieillardii var. vieillardii.



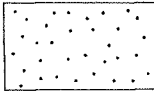
-Alstonia vieillardii var.vieillardii-

Figure 17:SCHEMA VIRTUEL

-Les échelles de hauteur et de longueur ont été respectées dans la mesure où l'ensemble restait lisible

-La structure en forme de cône renversé à la base des axes rend compte de l'augmentation de leur diamètre primaire parallèle à leur croissance en longueur

-Symboles utilisés:

- | | | |
|---|---|---|
| * |  | Inflorescence |
| * |  | Entre-noeuds |
| * |  | Zone d'échantillonnage |
| * | "lj" | Notation adoptée pour la zone d'échantillonnage |
| * |  | Tissus secondaires |

*La valeur prise par les paramètres synthétiques T et Δ est donnée en face des cadres hachurés représentant les zones d'échantillonnage. Suivant les cas ces valeurs de T et Δ peuvent être communes à plusieurs zones d'échantillonnage

Le code suivant a été adopté:

$\Delta \backslash T$	élevé T	moyen T	faible T
élevé Δ	T Δ	T Δ	T Δ
moyen Δ	T Δ	T Δ	T Δ
faible Δ	T Δ	T Δ	T Δ

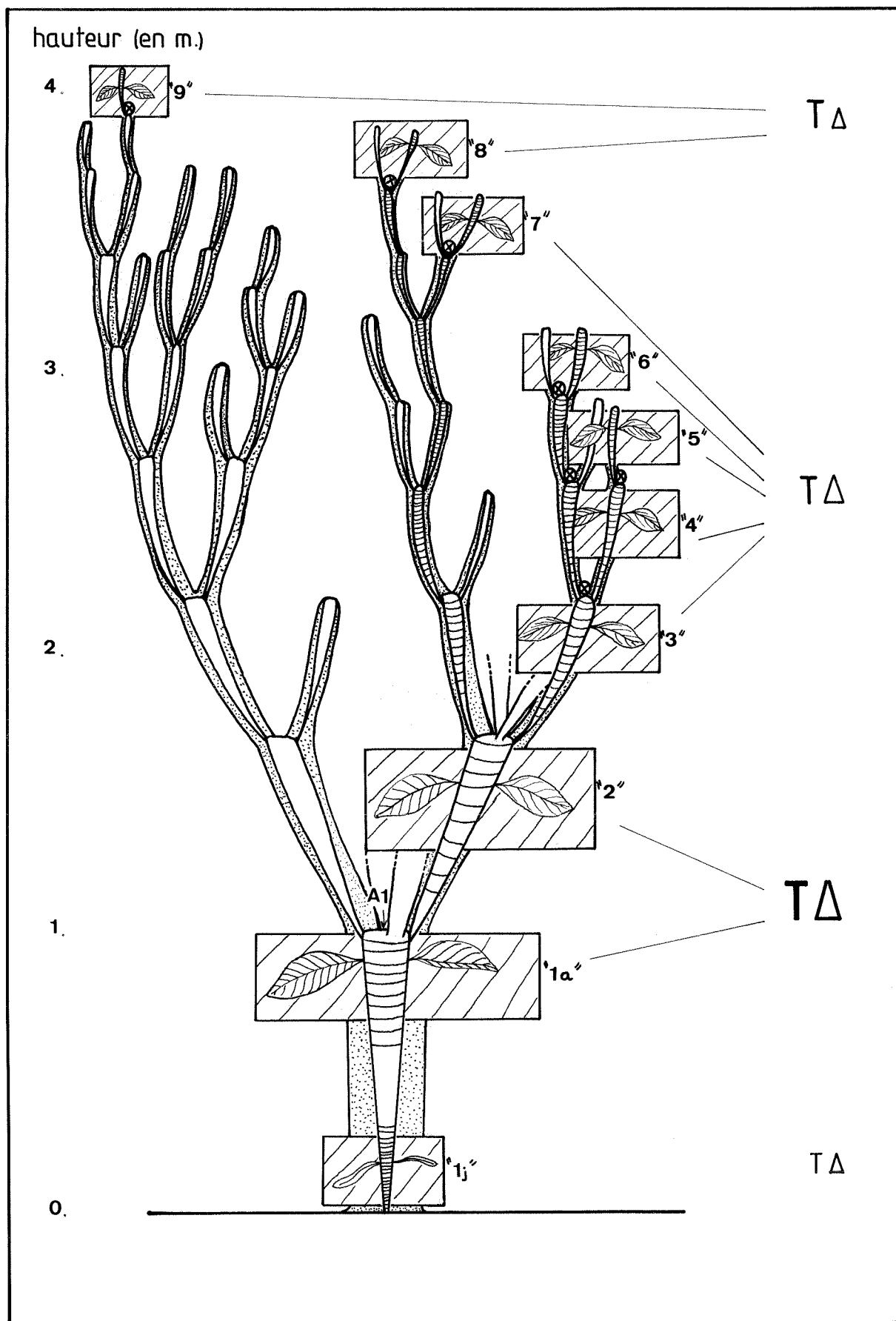


fig.17

Cecropia obtusa Tréc.



II - 2 - Cecropia obtusa Tréc - MORACEAE

"BOIS CANON". "IMBAUBA" (BRESIL)

Herbier : LAURI PE.n° 187

**(Herbier du centre ORSTOM de CAYENNE-GUYANE
FRANCAISE)**

**Site d'étude : Piste de St Elie, près SINNAMARY
GUYANE FRANCAISE**


C'est avec Cecropia sciadophylla Mart., une espèce très répandue dans toute l'Amérique tropicale. Ce sont deux espèces "nomades héliophiles" typiques (VAN STEENIS 1956, cité dans De FORESTA 1981) à croissance rapide. Leur durée de vie est estimée à environ 20 ans.

Ces deux espèces dioïques, à infrutescences digitiformes latérales (Planche 5-A), sont facilement observables en bord de piste, dans les carrières abandonnées et en général dans toutes les zones anthropisées. Elles apparaissent dès la première vague de recolonisation par les plantes pionnières.

Cecropia obtusa présente la particularité de vivre en association avec des fourmis du genre Azteca, envahissant les cavités internodales très développées chez cette espèce (En moyenne 55 % seulement de la surface de la section de l'axe primaire est constitué de tissu végétal (Planche 5-B). Le rôle de ces Hyménoptères n'est pas encore clairement élucidé. Toutefois on sait que ces fourmis se nourrissent de corpuscules spécialisés riches en glycogène, produits à la base des pétioles : les "corps de MULLER" (JANZEN 1969, 73).

II - 2 - 1 - Présentation morphologique

Adulte, l'arbre atteint 15 à 17 m. Les feuilles à disposition alterne spiralée (3/7) et à pétiole très développé, sont simples et entières quand l'axe est jeune (en moyenne jusqu'à 0,6-0,7 m). Elles deviennent ensuite progressivement plurilobées. Cette complexification semble être fonction du diamètre de l'axe porteur puisque quand celui-ci atteint sa valeur maximale, le nombre de lobes est maximal. Mais ce nombre diminue à nouveau quand ce diamètre décroît (1) (Planche 6-A).

 Ces arbres portent des racines-échasses à leur base d'autant plus développées que l'individu est plus grand.

II - 2 - 2 - Mode de croissance

L'architecture et la croissance de C.obtusa ont été étudiées récemment par BARTHELEMY, EDELIN (1988, non publié).

Les individus étudiés ici proviennent d'une formation ouverte.

L'axe principal d'ordre 1, orthotrope, monopodial, reste non ramifié jusqu'à 6 m environ.

Jusqu'à ce niveau la taille des feuilles et des entre-nœuds augmente progressivement. Les ramifications, orthotropes apparaissent à l'aisselle de 3 à 5 feuilles successives sur l'axe principal. Ces premiers axes latéraux se développent sur 2 à 3 m en s'affaissant progressivement.

Ils produisent à leur tour une ramification, rarement plusieurs, orthotrope elle aussi.

(1) CROTTY (1955) propose, à partir de l'étude d'Acrostichum daneaefolium, une interprétation de la complexification progressive du limbe foliaire par une variation de la production d'auxine et de nutriments par les feuilles sous-jacentes (voir aussi ASHBY 1948).

Une fois ramifié l'axe d'ordre 2 se redresse, ses entre-nœuds se tassent et il porte latéralement les inflorescences à l'aisselle de plusieurs feuilles consécutives. Ce schéma de ramification des axes latéraux se poursuit pour les niveaux d'ordre supérieur (3, 4...). L'axe principal produit ensuite rythmiquement plusieurs autres étages de ramifications (planche 6-B et 6-C). Mais dès l'apparition du second, il peut porter lui aussi latéralement des inflorescences. Les éléments décrivant le modèle sont donc en résumé :

- Axe principal A1, monopodial, orthotrope
- Axes latéraux monopodiaux, orthotropes disposés de façon rythmique sur l'axe porteur (A1, A2...)
- Floraison latérale.

Ce type de croissance rattache Cecropia obtusa au modèle de RAUH. Cet arbre pourrait même être considéré comme le type du modèle de RAUH.

II - 2 - 3 - Zones d'échantillonnage

4 phases de croissance ont été échantillonnées :

1) L'axe principal, à sa sortie de terre, entre 0,3 et 0,6 m de hauteur. C'est l'axe d'ordre 1 juvénile. J'ai sélectionné arbitrairement les axes dont les feuilles les plus récentes étaient encore entières.

notation : "lj".

2) L'axe principal entre 3,5 et 5,5 m de hauteur, avant ramification. Les feuilles y ont entre 5 et 9 lobes. C'est l'axe d'ordre 1 adulte.

notation : "la".

3) L'axe principal vers 10 m de hauteur, après 2 étages de ramification et portant des inflorescences. C'est l'axe d'ordre 1 ramifié.

notation : "lr".

4) Les axes de numéro d'ordre 2 et 3 portant des inflorescences, c'est-à-dire dans leur partie distale redressée et après ramification.

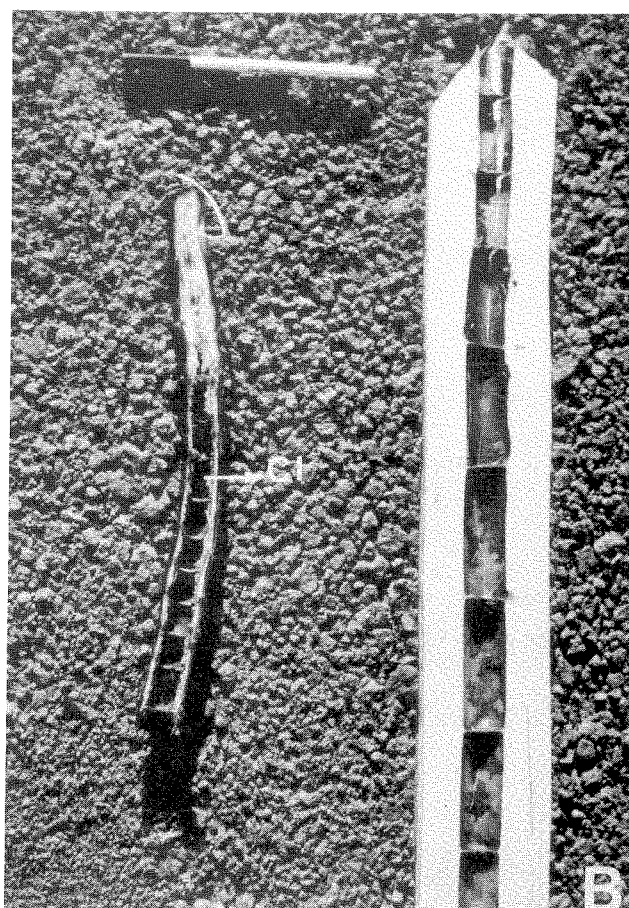
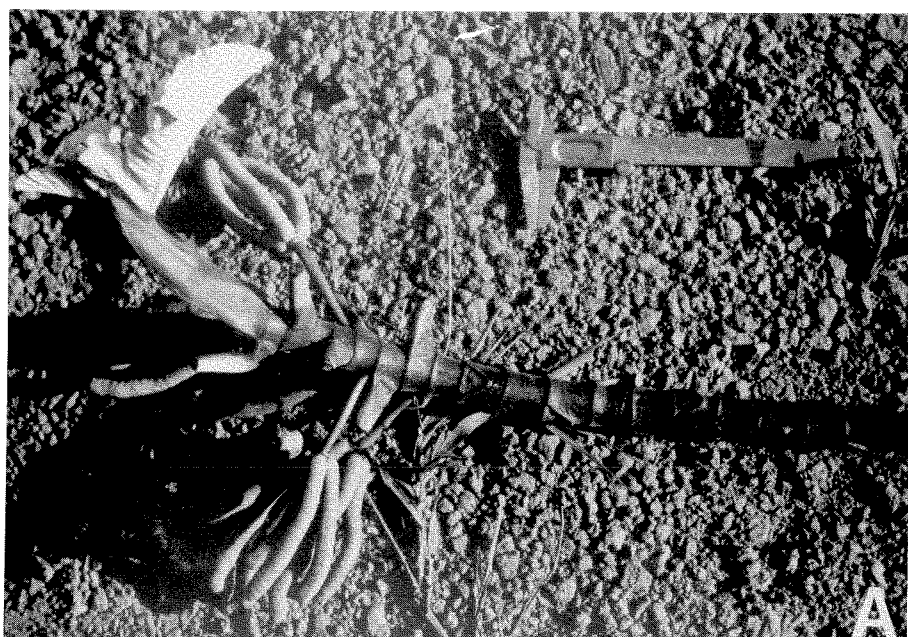
notation : "2 - 3".

-Cecropia obtusa-

PLANCHE 5-A :Infrutescences latérales

PLANCHE 5-B :Coupes longitudinales d'axes.On remarque

les cavités internodales(CI) très développées



-Cecropia obtusa-

PLANCHE 6-A :Variation du nombre de lobes en fonction
de la taille des feuilles

FJ:Feuille juvénile

FA:Feuille adulte

PLANCHE 6-B et 6-C :Etages de ramification



II - 2 - 4 - Présentation graphique des résultats

La SSE prise en compte ici est calculée d'après le diamètre total de l'axe. Des mesures effectuées sur une vingtaine d'axes de numéros d'ordre différents montre que la cavité internodale, centrale, correspond à environ 45 % de la SSE brute de l'axe. Elle est donc relativement importante.

J'ai toutefois donné priorité, quant à l'interprétation des résultats à l'aspect mécanique plus qu'à l'aspect trophique. En effet l'axe en croissance primaire ne peut porter de telles surfaces foliaires qu'en raison de ce diamètre apparent important (ce que l'on peut appeler l'effet "tuyau"). Je parlerais volontiers dans ce cas comme dans d'autres (Carica papaya, Ricinus communis...) d'une astuce mécanique utilisée par la plante pour optimiser sa surface assimilatrice (ce problème des contraintes en architecture végétale ou animale est discuté dans Me MAHON 1973) (1).

Les figures 18, 19 et 20 montrent la variation des paramètres SF, SSE et LE en fonction du stade de croissance. On remarque que globalement leurs évolutions sont parallèles :

Au niveau de l'axe initial juvénile "1j", les dimensions sont minimales.

En "1a" et 1r", l'axe initial atteint sa croissance maximale, avec toutefois une baisse de SSE en "1r" (l'axe voit donc son diamètre diminuer quand il se ramifie).

Au niveau des premières ramifications, "2-3", les dimensions deviennent moyennes. Pour ces trois variables on observe donc une courbe en cloche plus ou moins symétrique.

(1) Voir aussi STEVENS 1974 et la comparaison entre les cavités qui existent dans les tissus des plantes pionnières (Cecropia, Musa, Musanga, etc...) et la technique du béton évidé des architectes modernes.

Le graphe s-v (figures 21 et 22) résume pour sa part cette évolution en joignant dans une même boucle les stades "lj", "la" et "lr" puis "2-3".

Les fonctions de répartitions tracées pour Δ et T montrent sensiblement la même évolution de ces deux paramètres en fonction des stades de croissance (Figures 23 - 24 et 25 - 26) :

- "lj" est de petite taille et foliarisé
- "la" est de grande taille et axialisé
- "lr" est très proche de "la" par sa taille (recouvrement à presque 100 %) mais est légèrement plus foliarisé que "la" (70 % de disjonction entre les deux fonctions).
- "2-3" présente des valeurs intermédiaires pour ces deux variables.

Cette variation parallèle de T et Δ apparaît nettement sur la Figure 27.

Ces différentes observations sont résumées dans le "graphe signature" des Figures 28 et 29. On retrouve d'ailleurs la boucle évolutive qui se dessinait déjà sur le graphe s-v des Figures 21-22.

-Cecropia obtusa-

-Figure 18 :Variation de la surface foliaire(SF)en

fonction du stade de croissance

-Figure 19 :Variation de la surface de la section de

l'entre-noeud(SSE)en fonction du stade de croissance

-Figure 20 :Variation de la longueur de l'entre-noeud

(LE)en fonction du stade de croissance

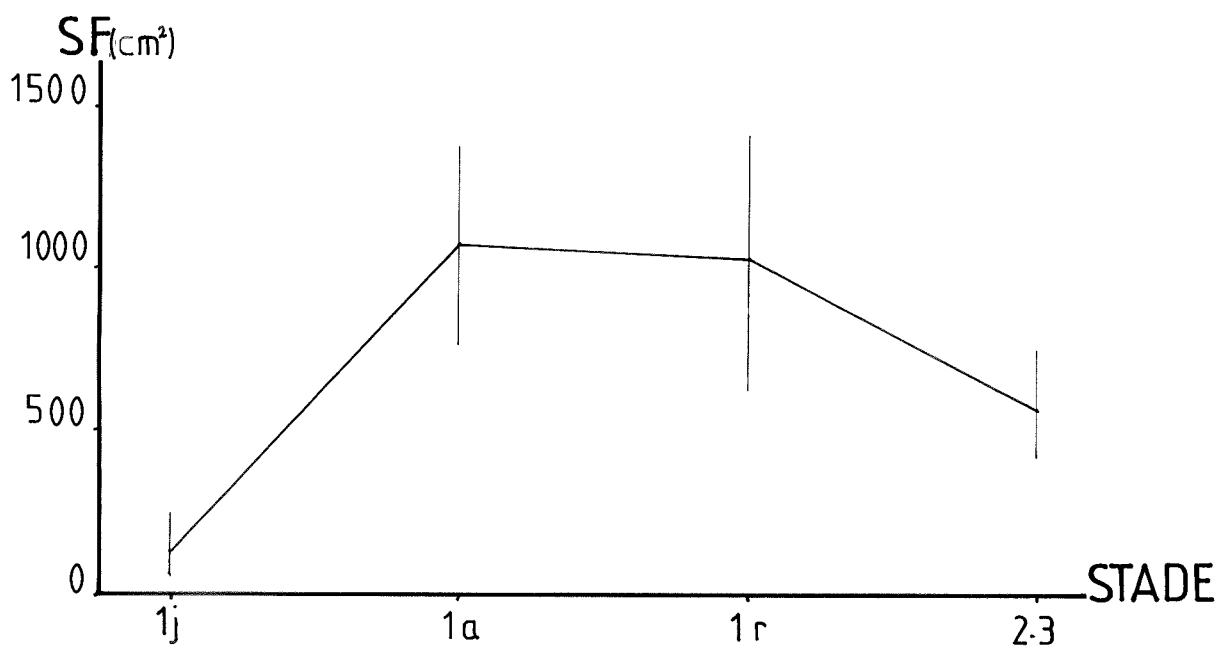


fig.18

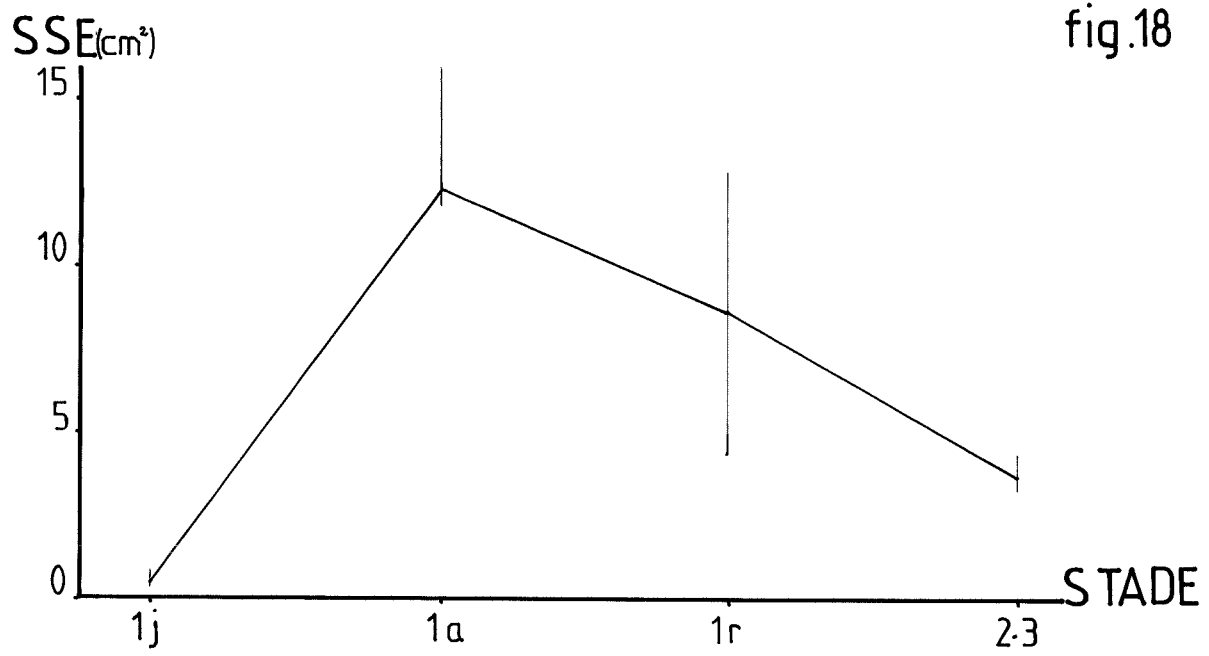


fig.19

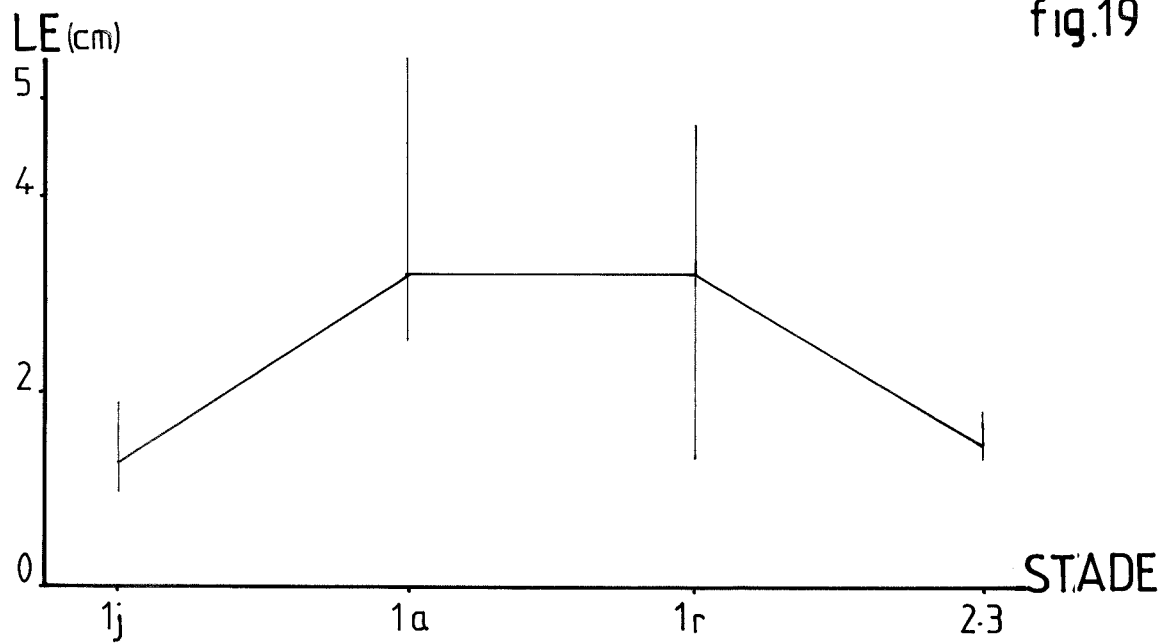


fig.20

-Cecropia obtusa-

-Figures 21 et 22 :Dessin des nuages de points et des
"patates" correspondant aux différents stades de
croissance.

Chaque niveau foliaire est représenté par la notation
adoptée pour les différentes zones d'échantillonnage

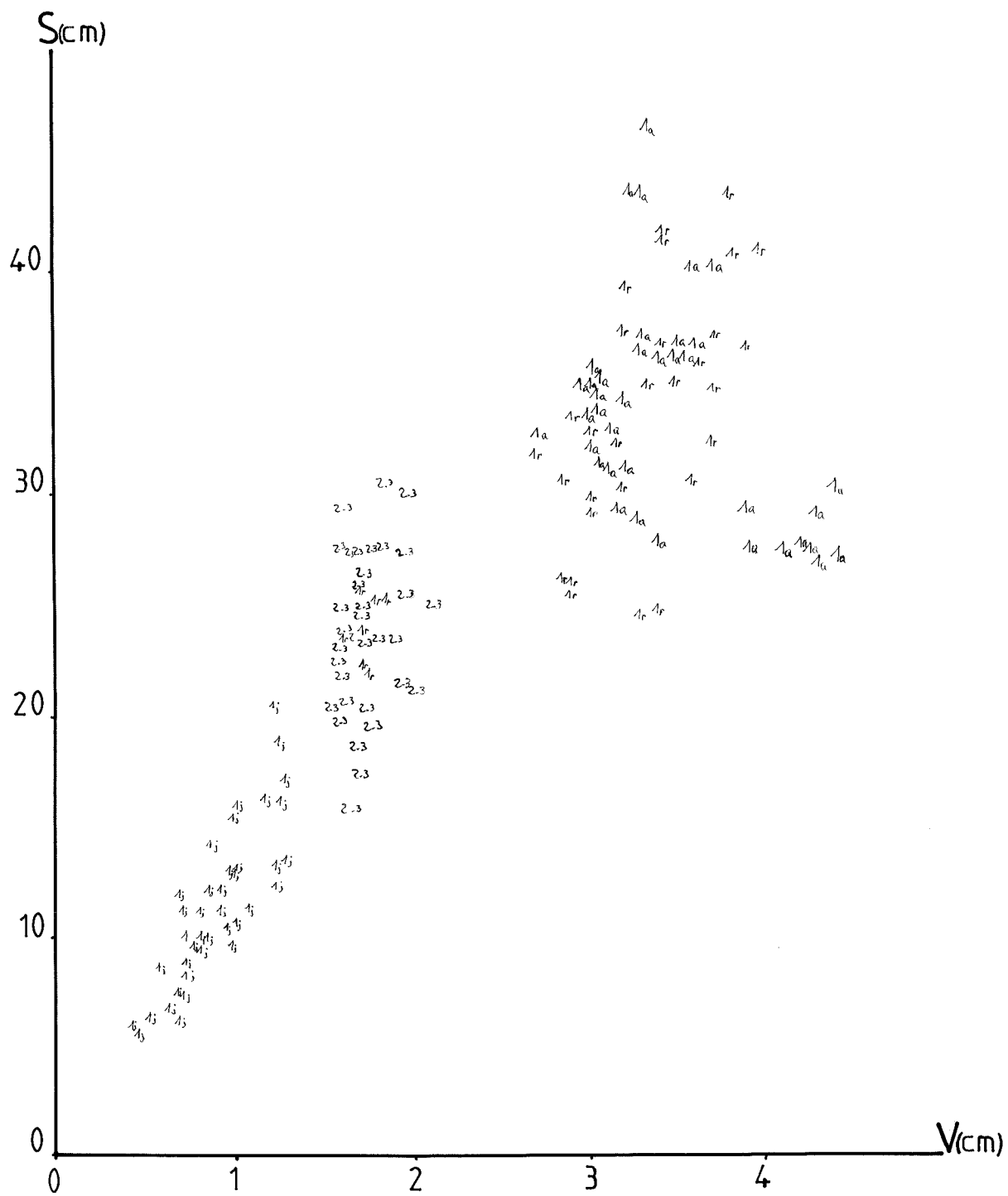


fig.21

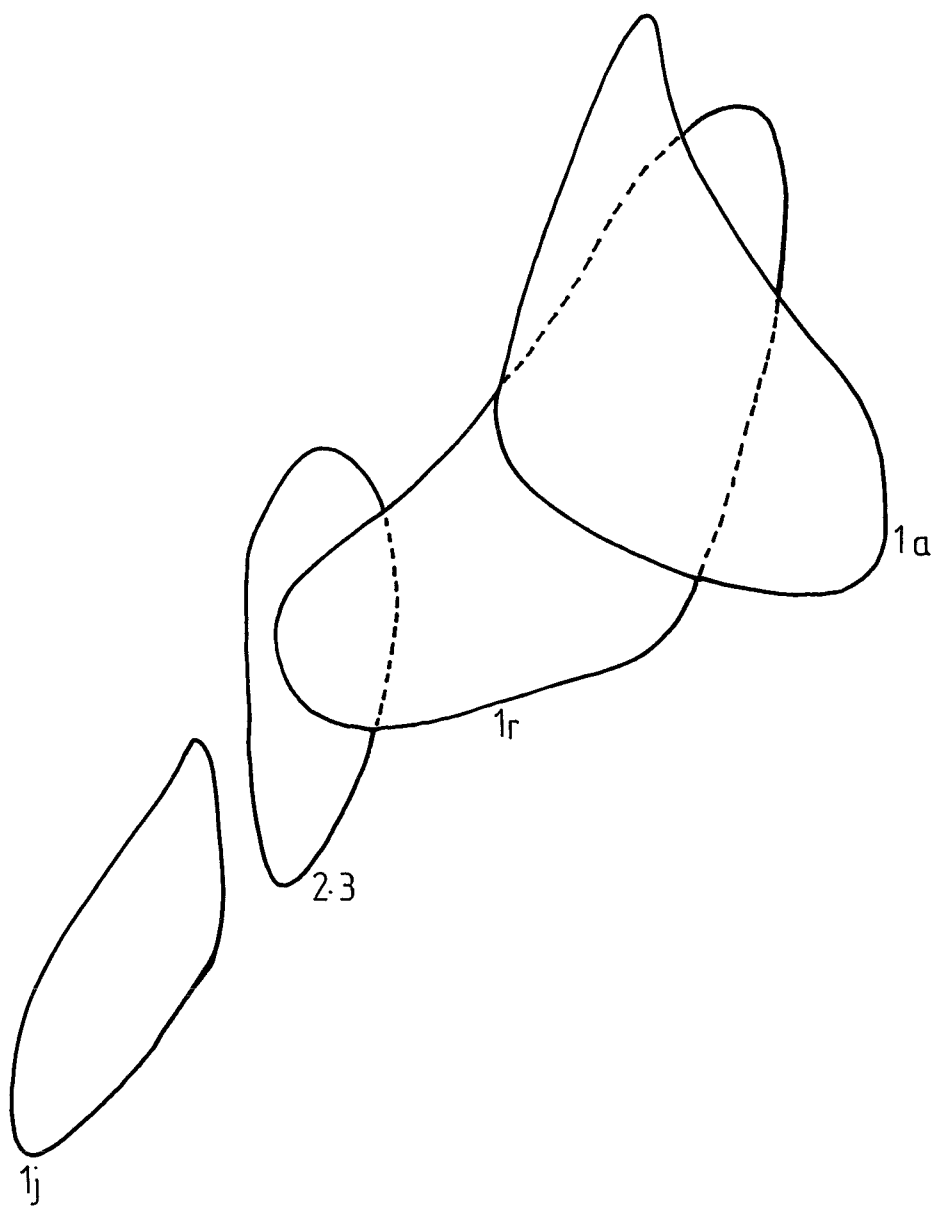


fig.22

-Cecropia obtusa-

-Figures 23 et 24 :Tracé des fonctions de répartition de
l'indice d'axialisation (Δ) pour les différents stades
de croissance

-Figures 25 et 26 :Tracé des fonctions de répartition de
l'indice de taille (T) pour les différents stades de
croissance

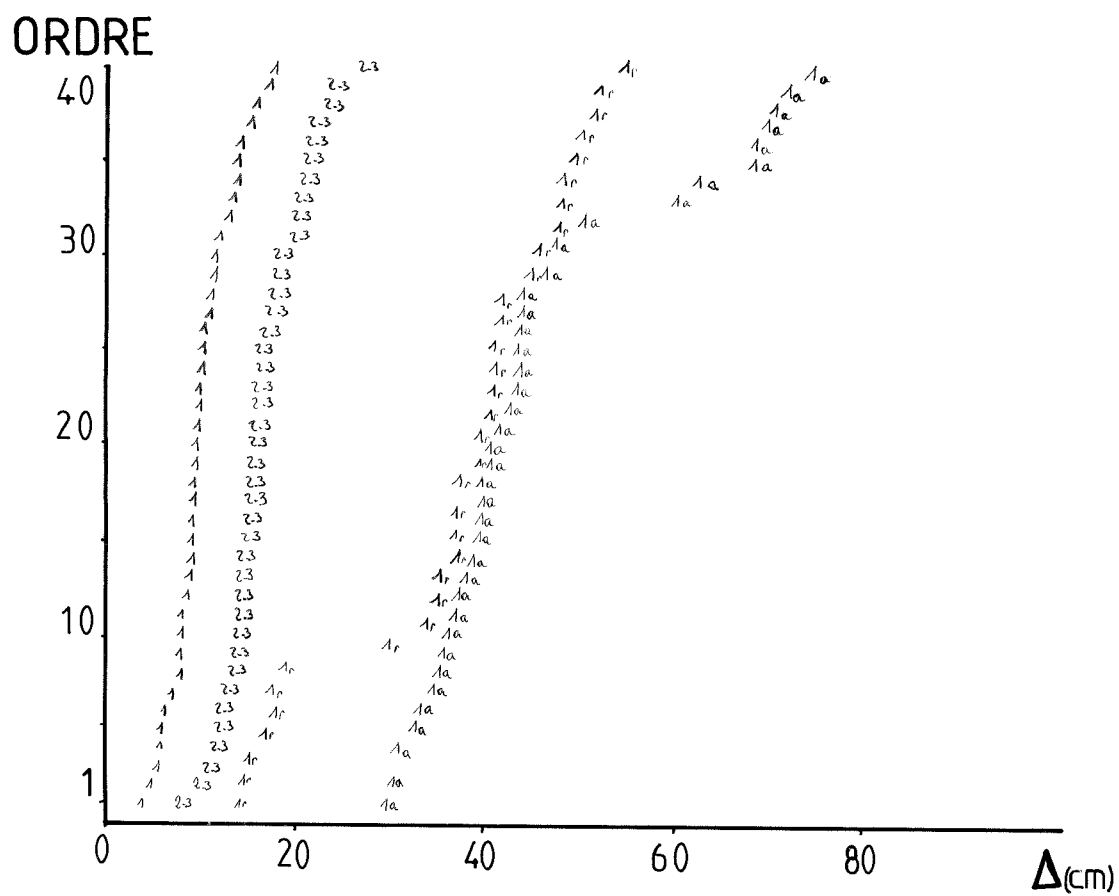


fig.23

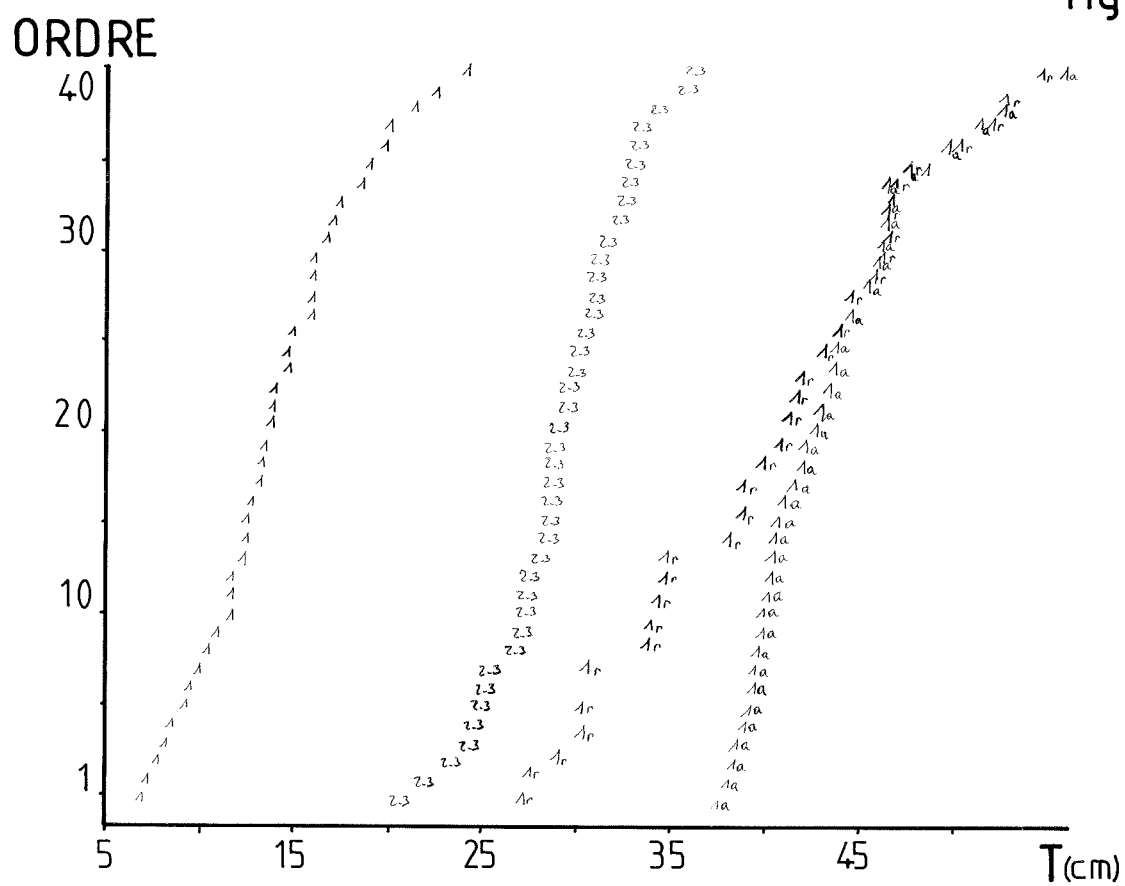


fig.25

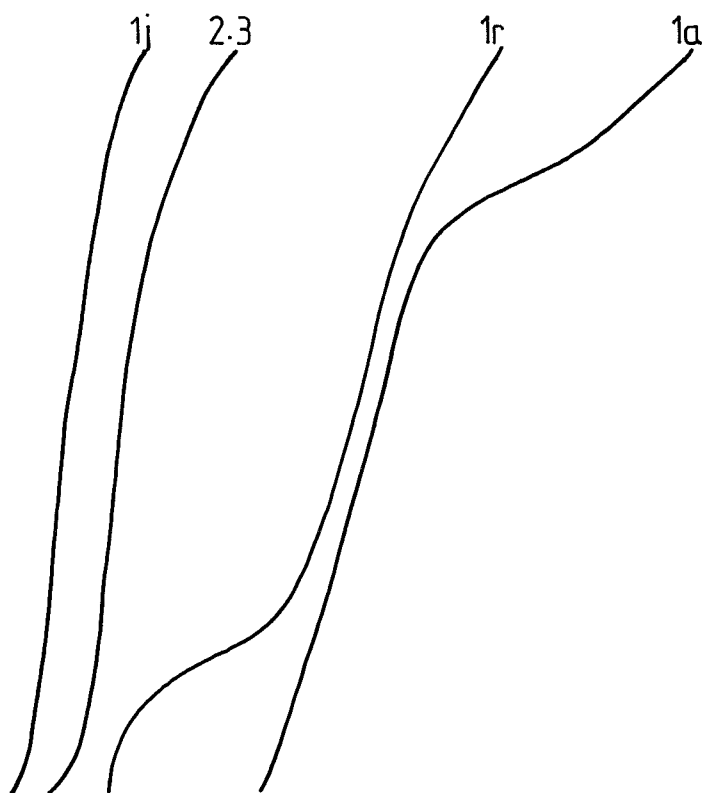


fig.24

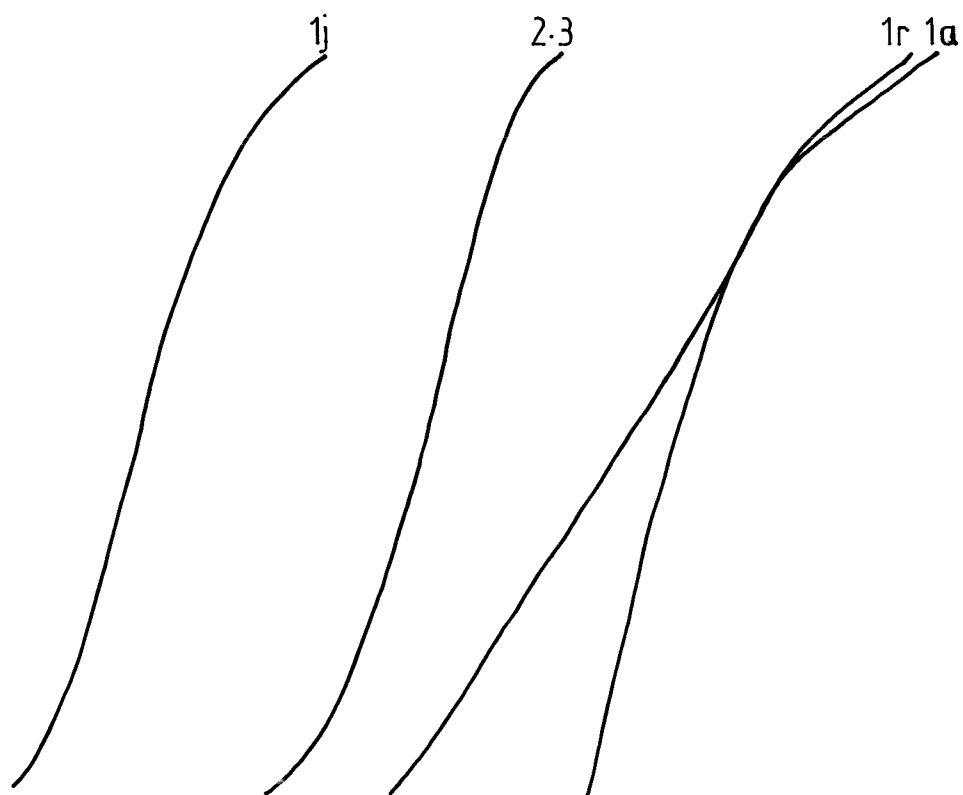


fig.26

-Cecropia obtusa-

Figure 27 : Evolution des indices de taille (T) et
d'axialisation (Δ) en fonction des stades de croissance

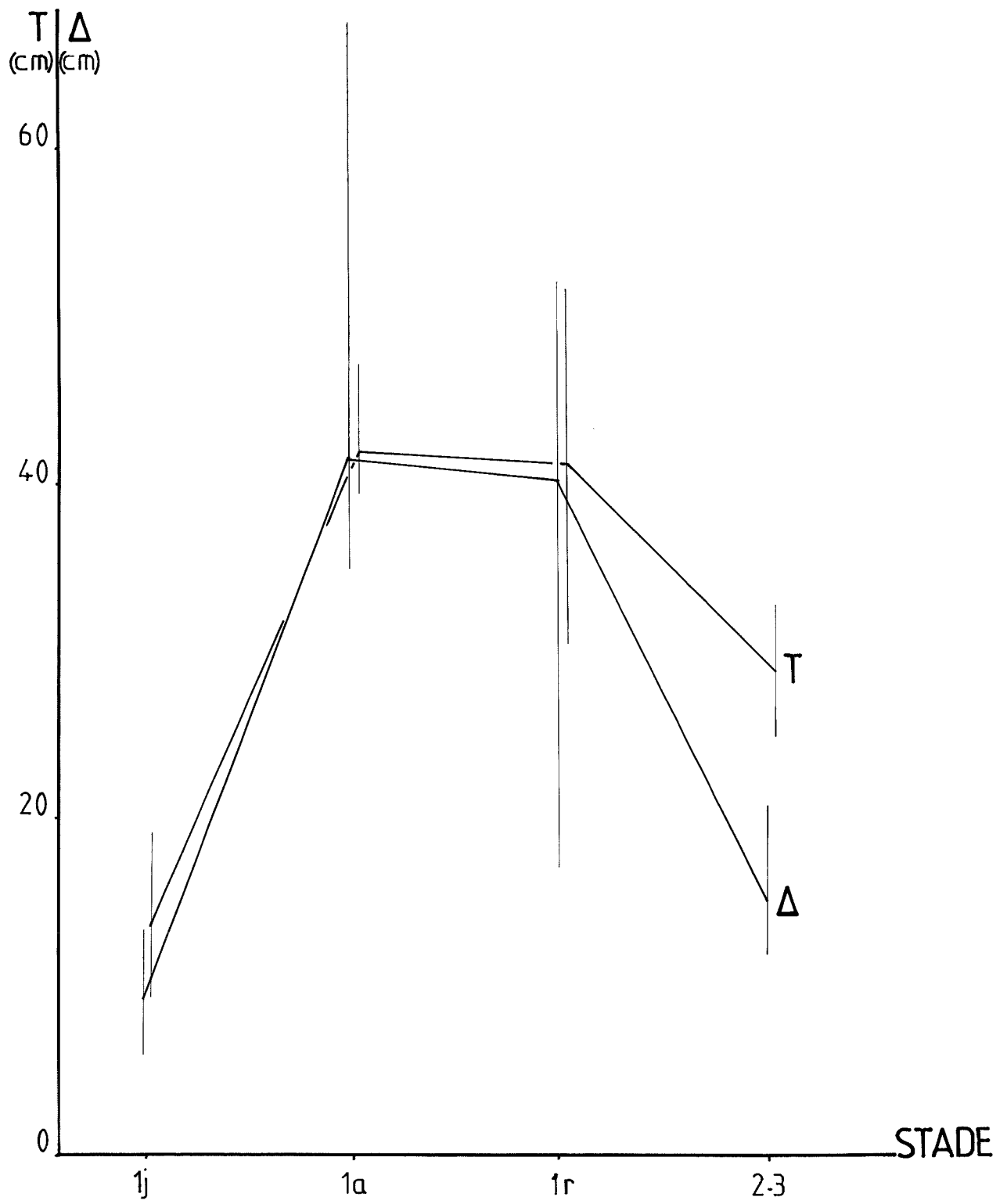


fig.27

-Cecropia obtusa-

"GRAPHE SIGNATURE"

-Figure 28 :Graphe en fil

-Figure 29 :Graphe en ruban

Les pointillés marquent la présence de la
sexualité

Les flèches indiquent le sens de l'évolution
ontogénique

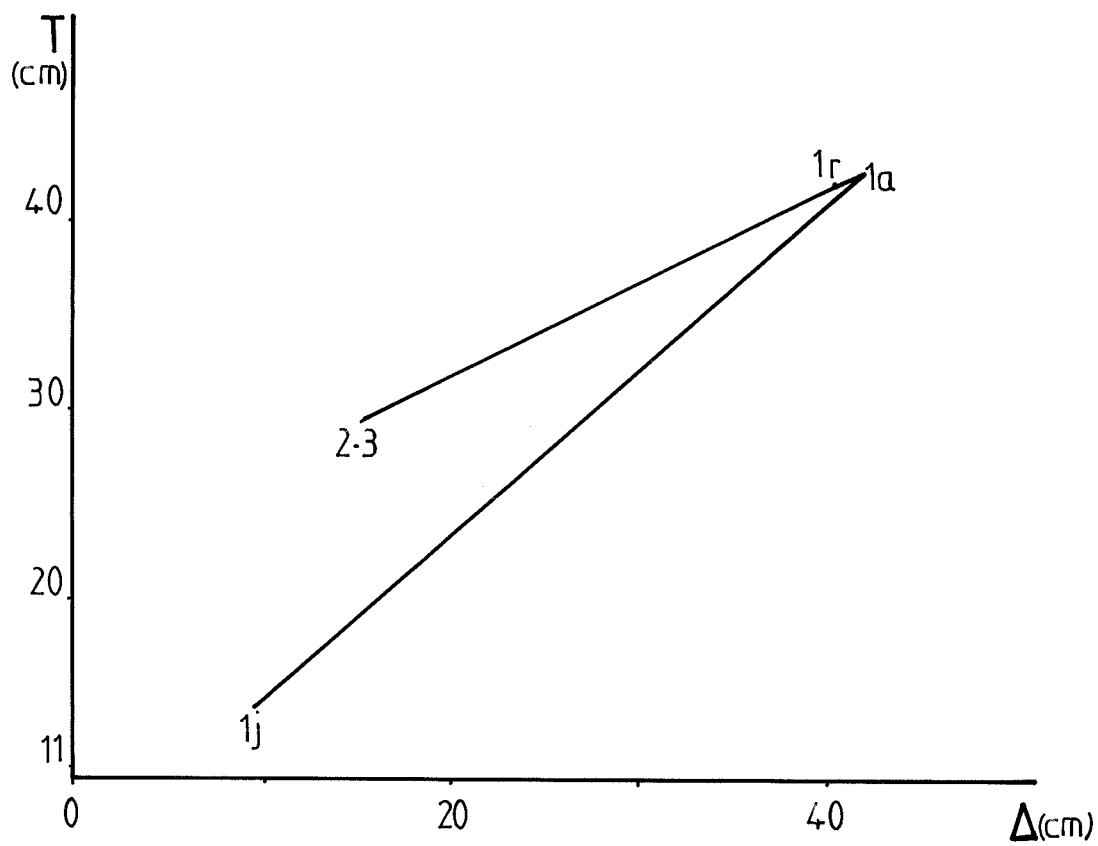


fig. 28

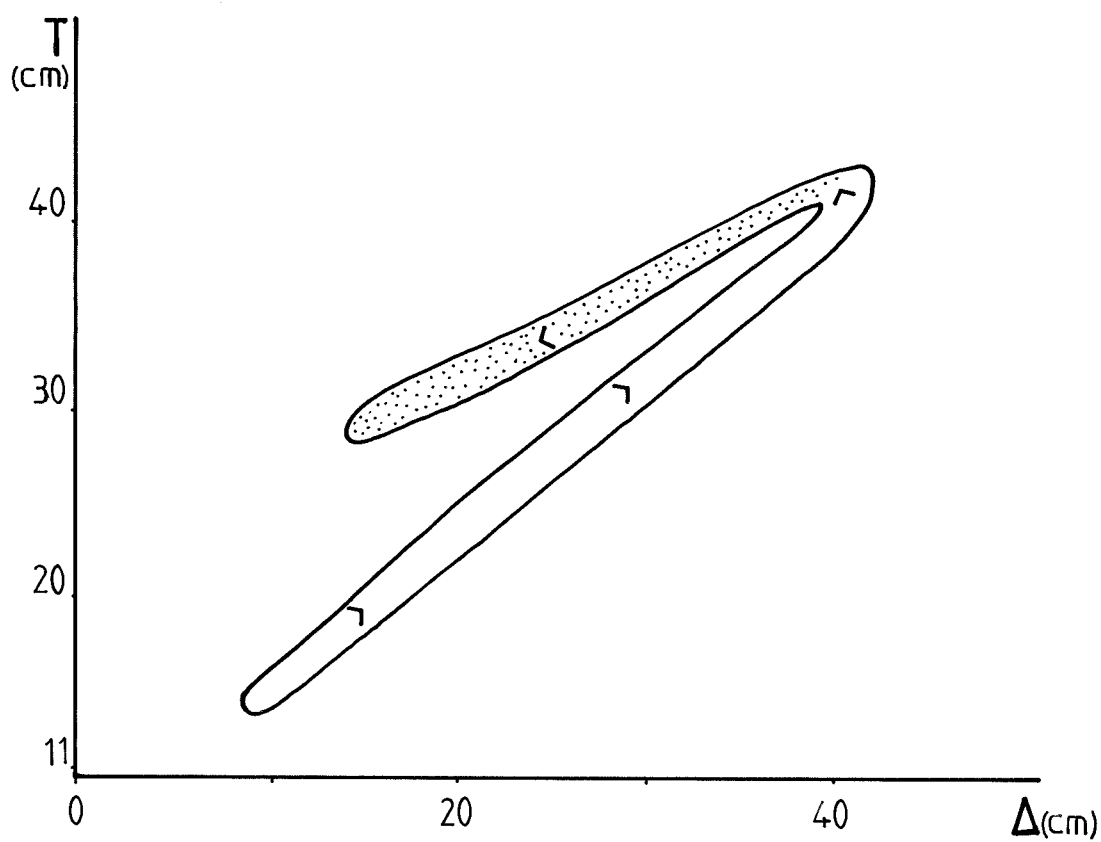


fig. 29

II - 2 - 5 - Données de vitesse de croissance

Vingt axes d'ordre 1 ont pu être récoltés. La difficulté d'accès des axes d'ordre supérieur n'a pas permis de les mesurer.

En cinq semaines le nombre d'entre-noeuds édifiés varie de trois à cinq ce qui donne un plastochrone variant de 7 à 12 jours (respectivement pour une portion d'axe "1a" et une portion d'axe "1j").

La vitesse d'allongement varie de 0,5 à 3,5 cm/semaine, respectivement pour un axe "1j" et un axe "1a".

Les Figures 30 et 31 montrent une corrélation forte et positive entre l'allongement de l'axe et les indices Δ et T (les coefficients de corrélation linéaire sont respectivement de 0,951 et 0,916).

On peut donc en conclure que plus l'axe d'ordre 1 est de grande taille, plus il est axialisé, plus il croît vite, plus son plastochrone est court (jusqu'à cinq entre-noeuds dégagés pour une élongation de 0,17m en cinq semaines).

-Cecropia obtusa-

-Figure 30

Graphe indice d'axialisation-élongation axiale(Δ -L)

-Figure 31

Graphe indice de taille-élongation axiale(\bar{T} -L)

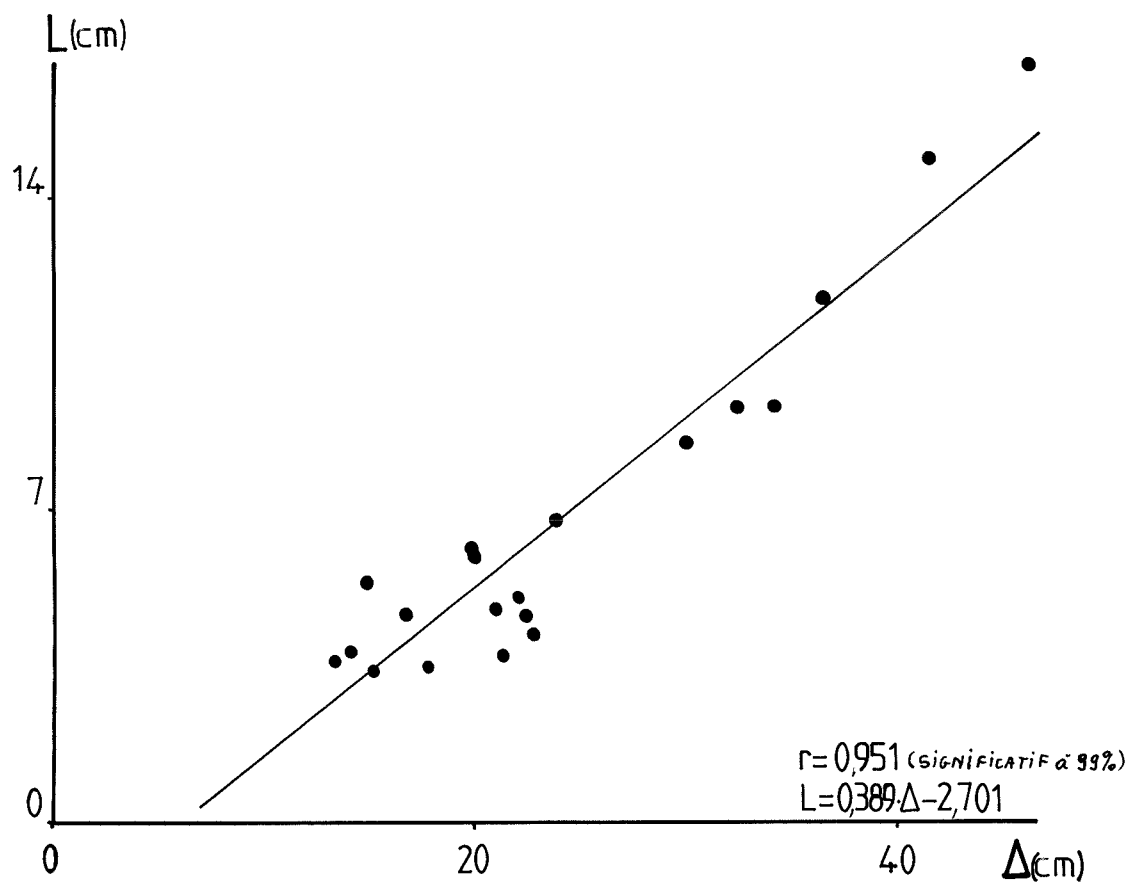


fig. 30

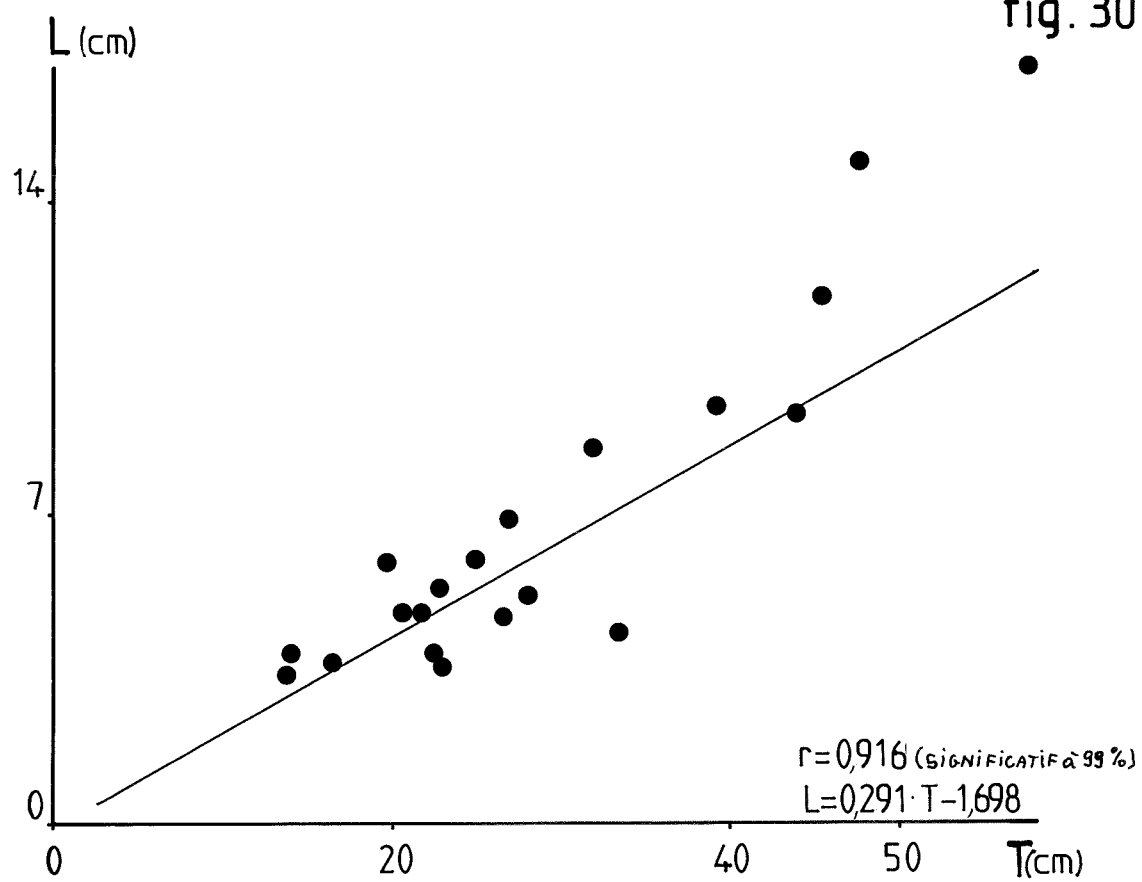


fig. 31

II - 2 - 6 - Synthèse

Ces différents éléments nous permettent maintenant de proposer un schéma d'ensemble de la croissance de Cecropia obtusa. On peut distinguer trois phases.

- Première phase : Elle est représentée par l'axe initial juvénile à feuilles entières, de petite surface.

Les entre-noeuds sont courts et peu épais.

Cet axe est foliarisé et à croissance lente.

- Deuxième phase : Ce même axe atteint ses dimensions maximales : la surface foliaire et le volume de l'entre-noeud prennent leurs plus hautes valeurs.

Les feuilles ont une durée de vie plus longue que celle des feuilles juvéniles. Ce rameau est axialisé et a une croissance rapide.

- Troisième phase : Elle englobe aussi bien l'axe initial ramifié et florifère que les axes latéraux florifères.

En effet la courbe évolutive du "graphe signature" permet de penser que ces deux stades s'inscrivent dans une même dynamique et que la forte diminution de taille et la foliarisation accrue observées en "2-3" ne sont que la suite du mouvement amorcé en "1r". Cette phase est caractérisée par des valeurs moyennes de SF, LE, SSE, T et Δ .

Elle est marquée par l'apparition de la floraison.

On peut donc maintenant dessiner le schéma virtuel suivant - Figure 32.




-Cecropia obtusa-

Figure 32:SCHEMA VIRTUEL

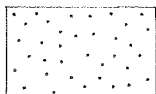
-Les échelles de hauteur et de longueur ont été respectées dans la mesure où l'ensemble restait lisible

-La structure en forme de cône renversé à la base des axes rend compte de l'augmentation de leur diamètre primaire parallèle à leur croissance en longueur

-Symboles utilisés:

- *  Inflorescence
- *  Entre-noeuds
- *  Zone d'échantillonnage
- * "Ij" Notation adoptée pour la zone d'échantillonnage
- * r. e. Racine-échasse

*



Tissus secondaires

*La valeur prise par les paramètres synthétiques T et Δ est donnée en face des cadres hachurés représentant les zones d'échantillonnage. Suivant les cas ces valeurs de T et Δ peuvent être communes à plusieurs zones d'échantillonnage

Le code suivant a été adopté:

$\Delta \backslash T$	élevé T	moyen T	faible T
élevé Δ	$T\Delta$	$T\Delta$	$T\Delta$
moyen Δ	$T\Delta$	$T\Delta$	$T\Delta$
faible Δ	$T\Delta$	$T\Delta$	$T\Delta$

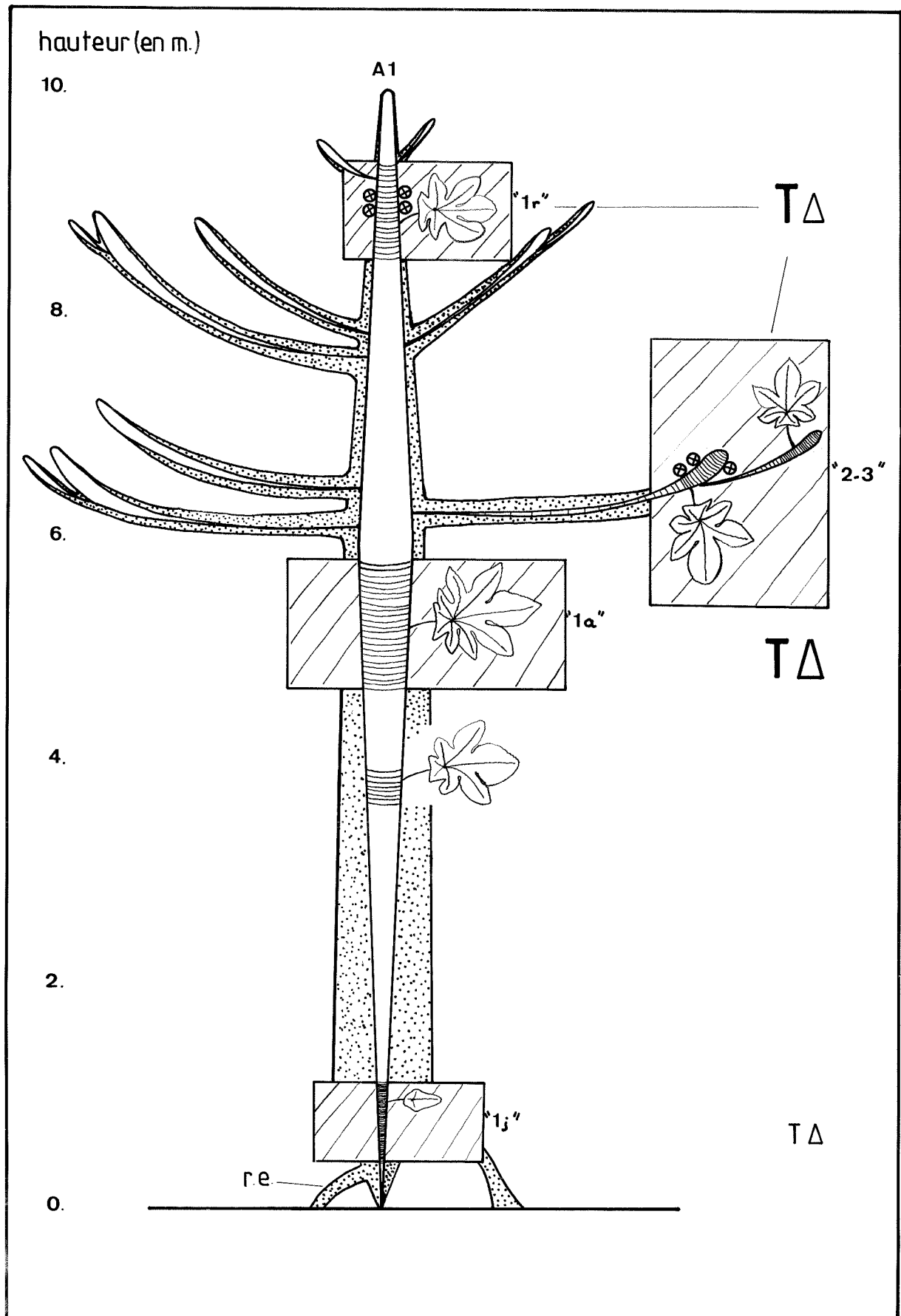


fig.32

Coffea arabica L. var. nain



II - 3 - Coffea arabica L. var. nain - RUBIACEAE

Herbier : LAURI P.E. n° 178

(Herbier du centre ORSTOM de NOUMEA - NOUVELLE CALEDONIE)

Site d'étude : Lieu dit PORT-SAID

Parcelle d'expérimentation du service de l'agriculture

TUO - MARE-NOUVELLE- CALEDONIE

Originaire des hauts plateaux éthiopiens (800 à 1800 m d'altitude) cette espèce trouve son plein épanouissement en climat tropical tempéré par l'altitude et à saisons contrastés. Ceci explique les difficultés rencontrées pour cultiver cette espèce en région tropicale de basse altitude (COTE d'IVOIRE, CONGO...). En NOUVELLE CALEDONIE, la variété naine ("caturra") de Coffea arabica semble s'accommoder du climat tropical tempéré par l'océan Pacifique, des îles Loyauté. Le facteur limitant y est davantage d'ordre pédologique.

L'inflorescence très odorante est une cyme à axe très court portant de 5 à 9 fleurs. Ces inflorescences sont regroupées en glomérules généralement sur le bois lignifié d'un an au minimum.

Seules les ramifications sont florifères.

Les fruits sont des drupes rouges à maturité.

II - 3 - 1 - Présentation morphologique

La variété naine étudiée ici donne des adultes de 2 à 3 m de hauteur.

Il n'y a pas de forme juvénile caractéristique selon les critères morphologiques retenus ici.

Les feuilles, entièrement glabres et de couleur vert sombre sur leur face supérieure, sont opposées- décussées.

II - 3 - 2 - Mode de croissance

HOT 1978 - De REFFYE 1983 - VAROSSIEAU 1940.

Les individus étudiés ici, sont cultivés au soleil.

L'axe initial d'ordre 1, monopode orthotrope, assume la croissance en hauteur de l'arbre et atteint au maximum 3 m. Après germination, il poursuit sa croissance sur 0,15 à 0,25 m avant de produire la première paire de ramifications, d'ordre 2. Celles-ci sont des axes monopodiaux plagiotropes et portent toujours un long hypopodium basai.

Ces premières ramifications sont émises tous les 3 - 5 noeuds en position décussée par rapport aux précédentes. Le rythme d'apparition de ces ramifications va s'accélérer progressivement et sur l'axe principal en pleine croissance, chaque aisselle foliaire émet une ramification (ramification continue - Planche 7-A et 7-B).

Ces axes d'ordre 2 peuvent se ramifier à leur tour de façon diffuse et donner des axes d'ordre 3 (Planche 8). Souvent alors une seule aisselle foliaire est concernée.

La floraison apparaît sur les premières ramifications d'ordre 2 après la mise en place des 10 à 15 premiers noeuds. On observe ensuite un gradient centripète : la sexualité se manifeste de plus en plus tôt sur les ramifications quand on se rapproche du sommet de l'axe d'ordre 1. Coffea arabica fleurit sur le bois à peine lignifié (1 an). Il fleurira ensuite chaque année sur tous les noeuds ayant déjà fleuri. (Planche 8) Ceci distingue cette espèce de Coffea canephora où seuls les noeuds édifiés lors de l'année précédente sont florifères.

En résumé les données architecturales de Coffea arabica var. nain sont celles-ci :

- Axe initial orthotrope à croissance monopodiale

- Ramifications latérales d'ordre 2, plagiotropes, monopodiales, émises de façon diffuse puis continue par l'axe principal.

- Ramifications d'ordre supérieur ou égal à 3, plagiotropes, monopodiales diffuses sur l'axe porteur.

- La floraison est latérale sur les ramifications uniquement.

Nous nous trouvons donc typiquement devant la description d'un modèle de ROUX.

III - 3 - 3 - Zones d'échantillonnage

L'échantillonnage a été réalisé dans les 4 zones suivantes :

1) L'axe initial à sa sortie de terre, entre 0,05 et 0,1 m de hauteur. C'est l'axe d'ordre 1 juvénile.

notation : "1j".

2) Ce même axe développé en période de ramification continue, entre 1 et 2 m de hauteur. C'est l'axe d'ordre 1 ramifié.

notation : "1r".

3) Les ramifications d'ordre 2, florifères .

notation : "2".

4) Les ramifications d'ordre 3, florifères également, issues des précédentes .

notation : "3".

-Coffea arabica var.nain-

PLANCHE 7-A et 7-B :Ramification continue

A1:Axe d'ordre 1

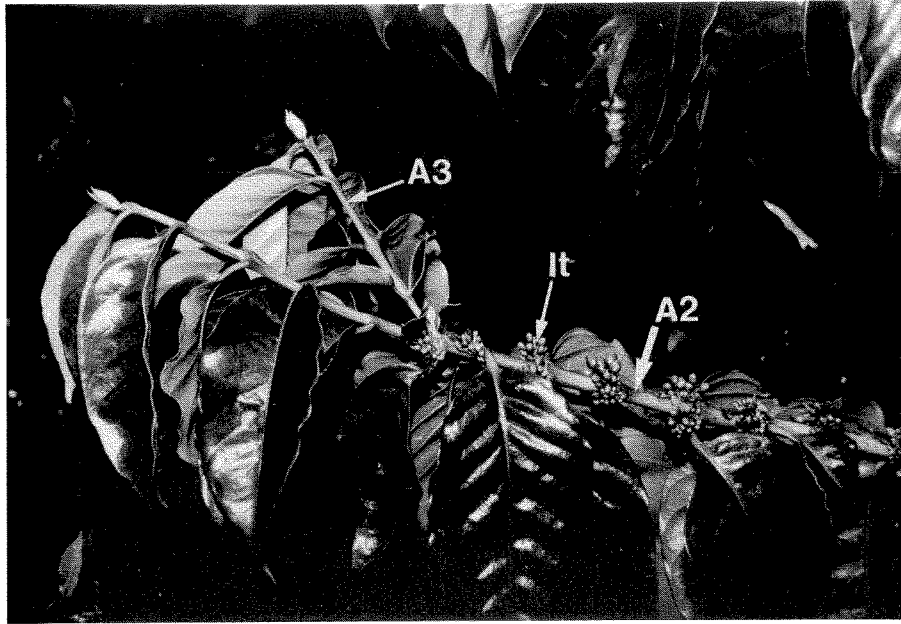
A2:Axe d'ordre 2



-Coffea arabica var.nain-

PLANCHE 8 :Axes d'ordre deux(A2) et trois(A3).On note

la présence d'infrutescences(It) sur l'axe d'ordre deux



II - 3 - 4 - Présentation graphique des résultats

Les figures 33, 34 et 35 montrent une variation sensiblement identique pour SF et LE. Les valeurs sont minimales en "1j", moyennes en "1r" et "2" et maximales en "3". C'est donc au niveau de ces ramifications d'ordre 3 que les feuilles ont leur plus grande surface et que les entre-noeuds sont les plus longs.

SSE montre quant à elle une évolution plus "classique" en prenant une valeur minimale en "1j", maximale en "1r" et moyenne en "2" et "3".

Le graphe s-v (Figures 36 et 37) montre que "1j" est effectivement caractérisé par de faibles valeurs de s et v. En "1r" s et v augmentent.

Les stades "2" et "3" sont caractérisés par une baisse sensible de v, tandis que s voit une augmentation de sa plage de variation.

Dans les Figures 38 - 39 et 40 - 41, les fonctions de répartition tracées pour Δ et T permettent de distinguer plus clairement deux faits:

Concernant l'évolution de Δ , on remarque que l'axe initial "1r" est fortement axialisé (il est disjoint de "2" à 40 %). Le stade 1j est quant à lui le plus foliarisé de tous (il est disjoint à 66 % du stade 3).

L'évolution de T est quelque peu différente. Les tailles de "1r", "2" et "3" sont en effet sensiblement identiques et se distinguent bien de celle de "1j" ("2" lui est disjoint à 50 % par exemple).

La Figure 42 explicite davantage ces variations de T et Δ en fonction des stades de croissance :

- Δ a une courbe d'évolution en cloche.

- T présente un plateau entre "1r" et "3", indiquant bien ainsi une stabilisation de la taille générale de ces axes.

Le "graphe signature" des Figures 43 et 44 résume ces observations. On observe une boucle d'évolution relativement ouverte.

-Coffea arabica var.nain-

-Figure 33 :Variation de la surface foliaire(SF)en

fonction du stade de croissance

-Figure 34 :Variation de la surface de la section de

l'entre-noeud(SSE)en fonction du stade de croissance

-Figure 35 :Variation de la longueur de l'entre-noeud

(LE)en fonction du stade de croissance

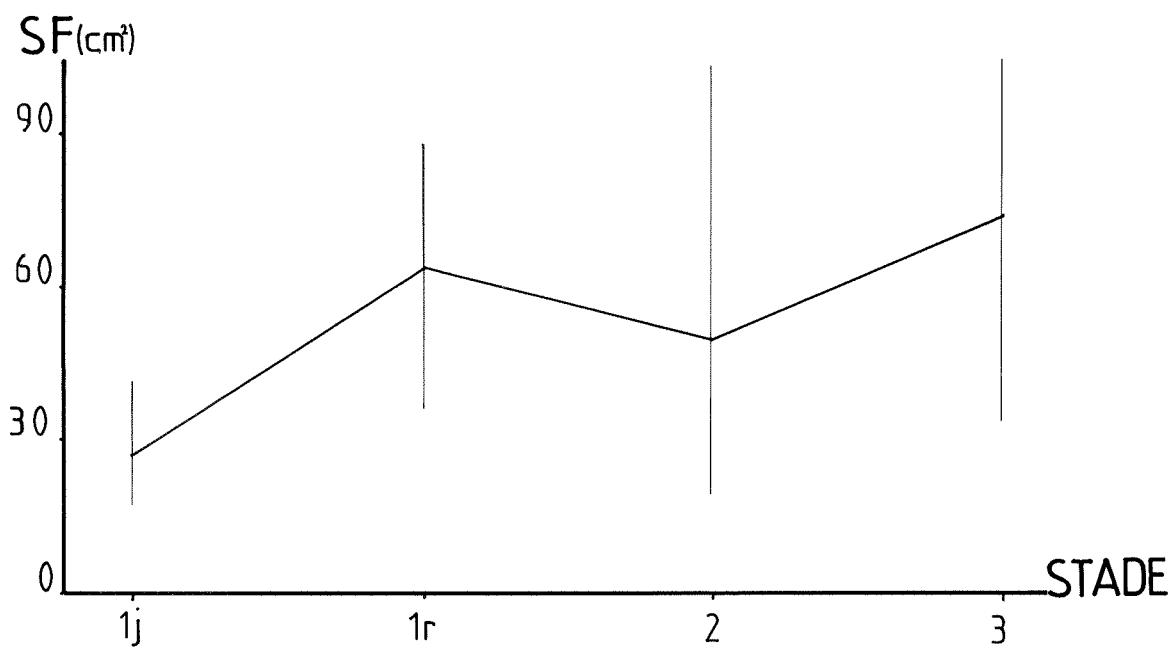


fig.33

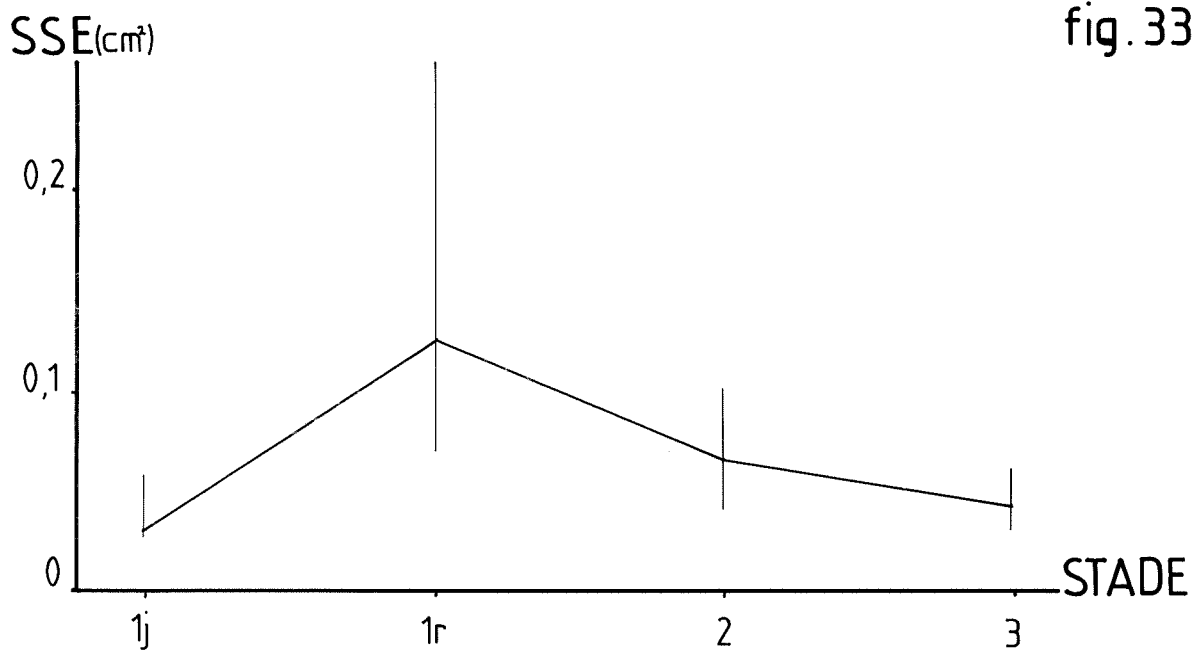


fig.34

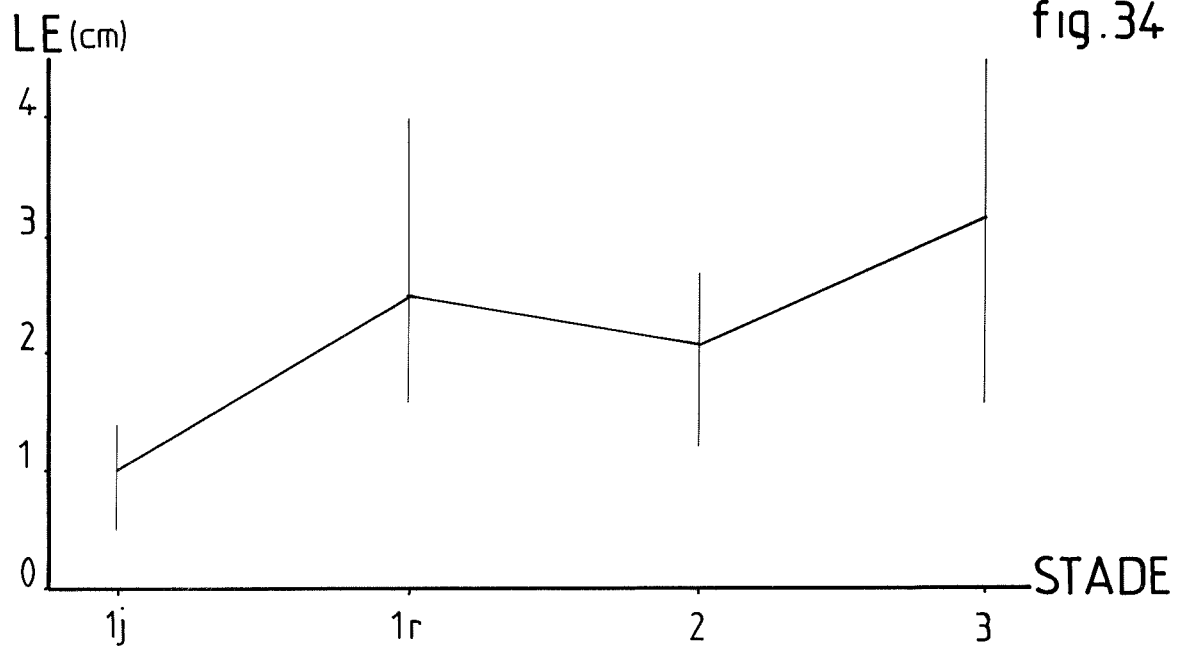


fig.35

-Coffea arabica var. nain-

-Figures 36 et 37 : Dessin des nuages de points et des
"patates" correspondant aux différents stades de
croissance.

Chaque niveau foliaire est représenté par la notation
adoptée pour les différentes zones d'échantillonnage

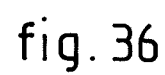


fig. 36

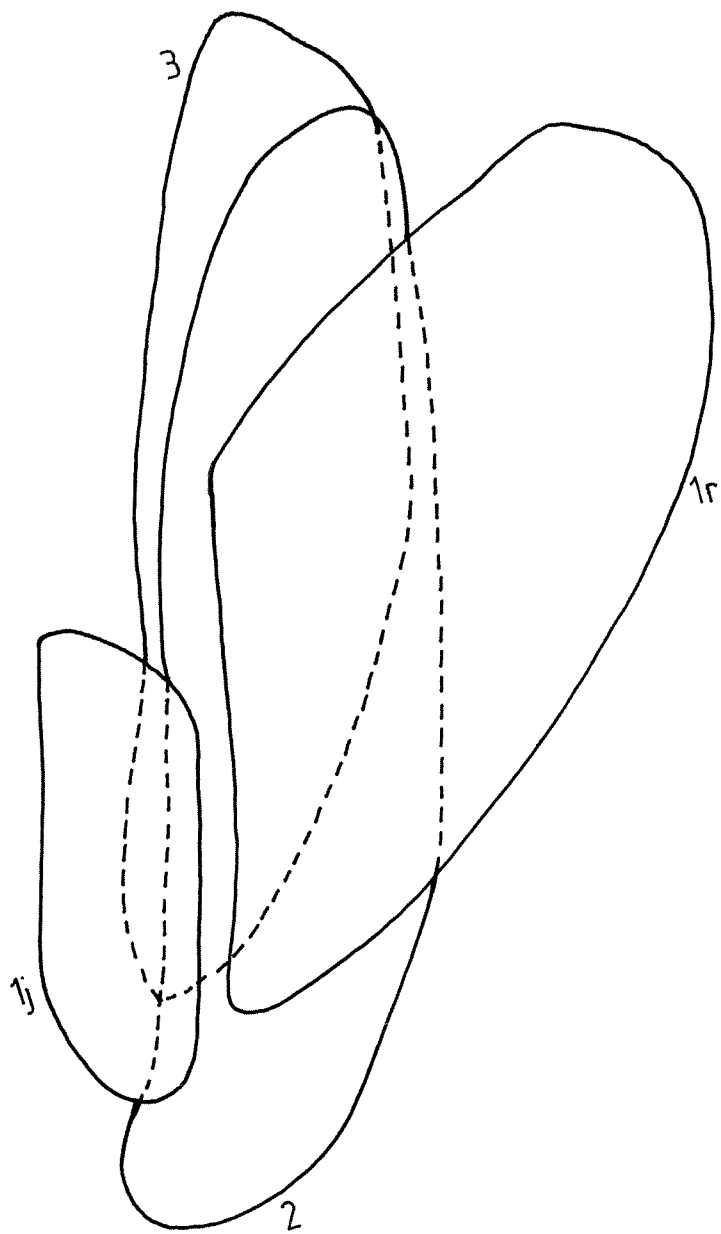


fig. 37

-Coffea arabica var. nain-

-Figures 38 et 39 :Tracé des fonctions de répartition de
l'indice d'axialisation (Δ) pour les différents stades
de croissance

-Figures 40 et 41 :Tracé des fonctions de répartition de
l'indice de taille (T) pour les différents stades de
croissance

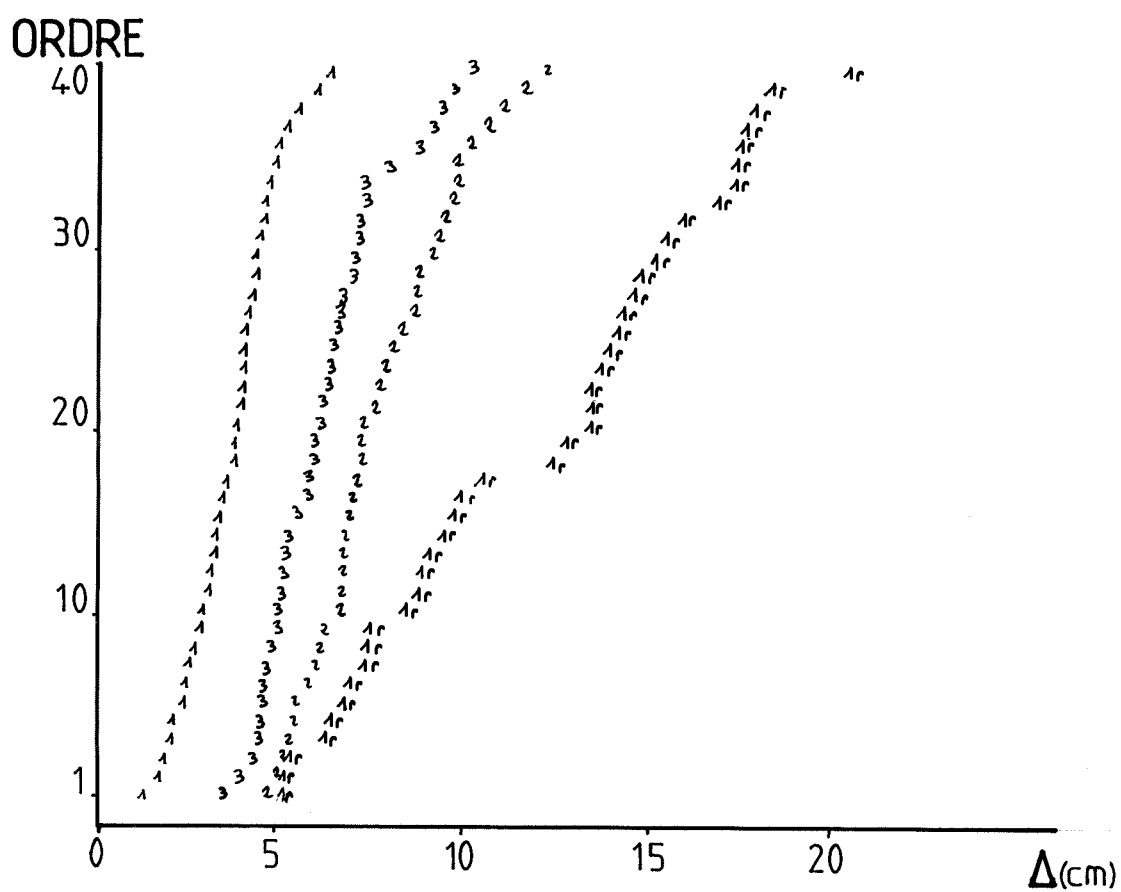


fig. 38

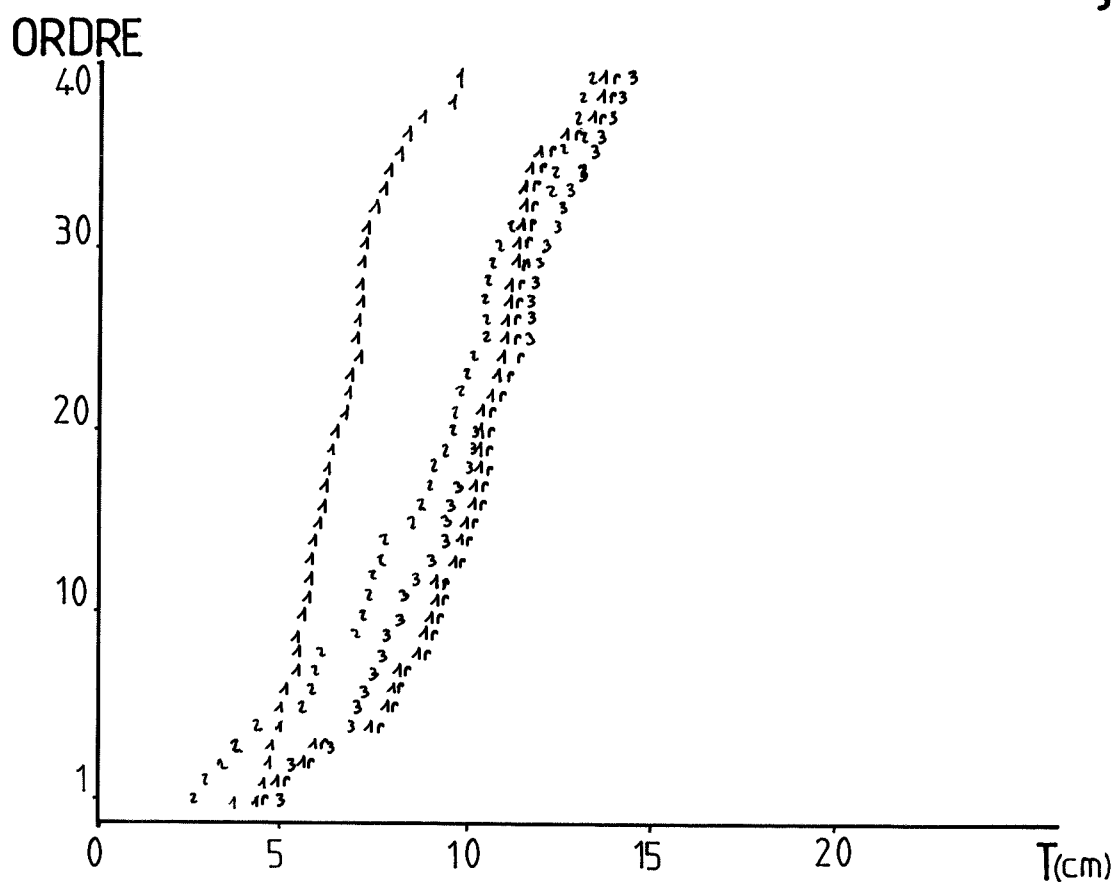


fig. 40

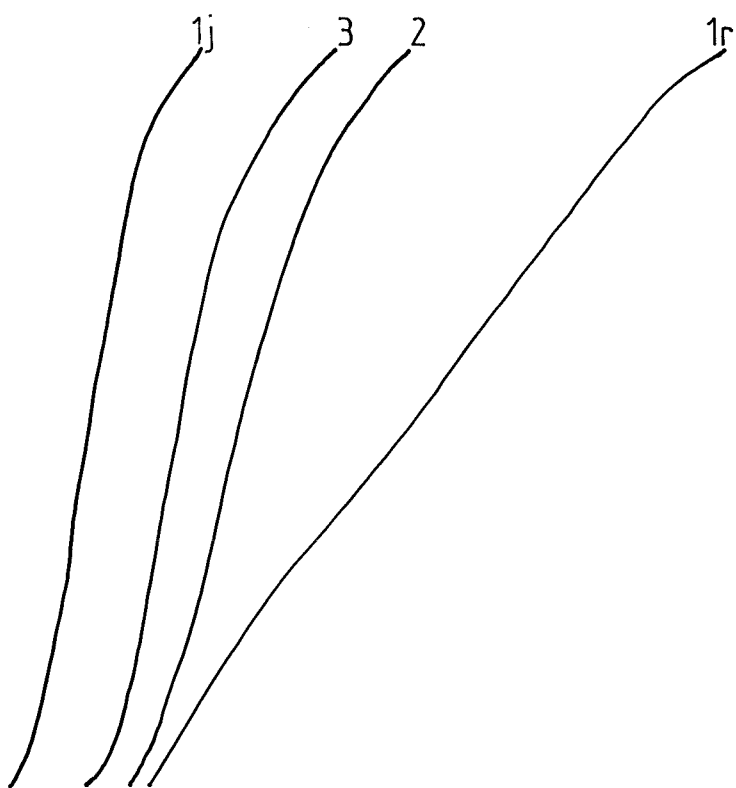


fig.39

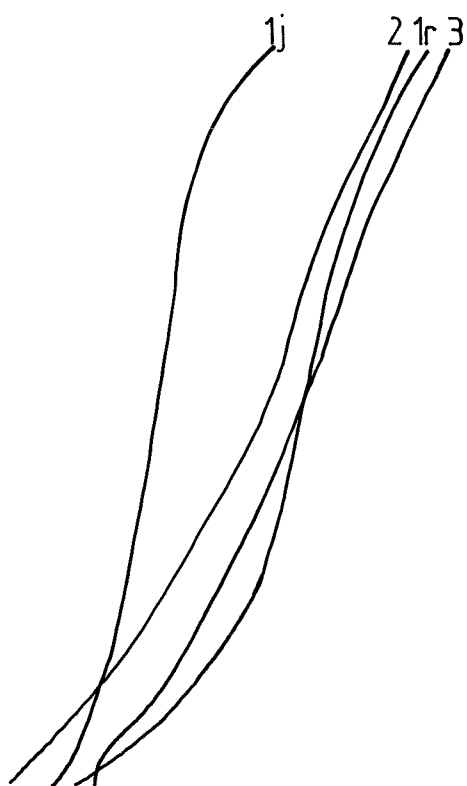


fig.41

-Coffea arabica var.nain-

Figure 42 :Evolution des indices de taille (T)et
d'axialisation (Δ)en fonction des stades de croissance

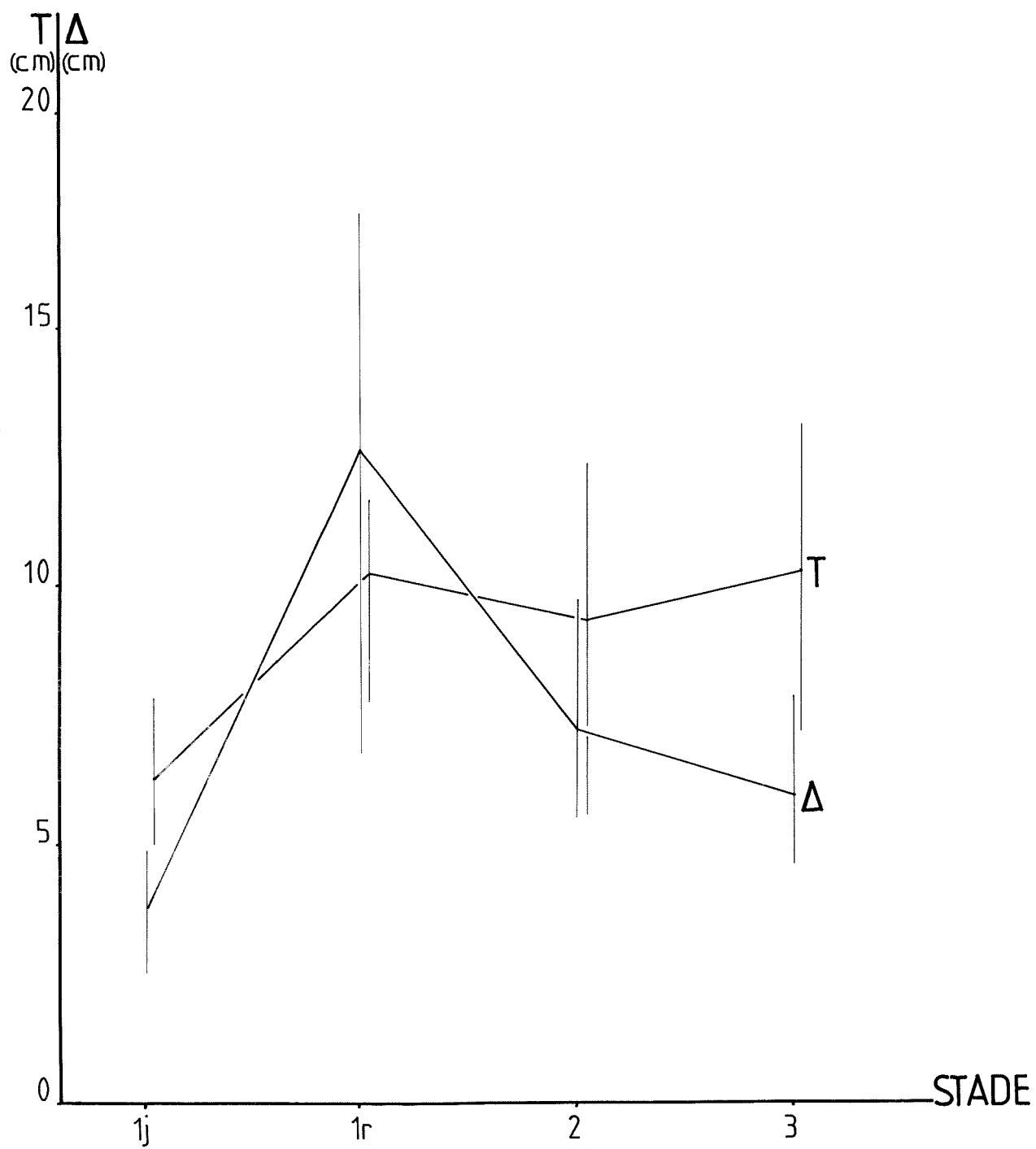


fig.42

-Coffea arabica var.nain-

"GRAPHE SIGNATURE"

-Figure 43 :Graphe en fil

-Figure 44 :Graphe en ruban

Les pointillés marquent la présence de la
sexualité

Les flèches indiquent le sens de l'évolution
ontogénique

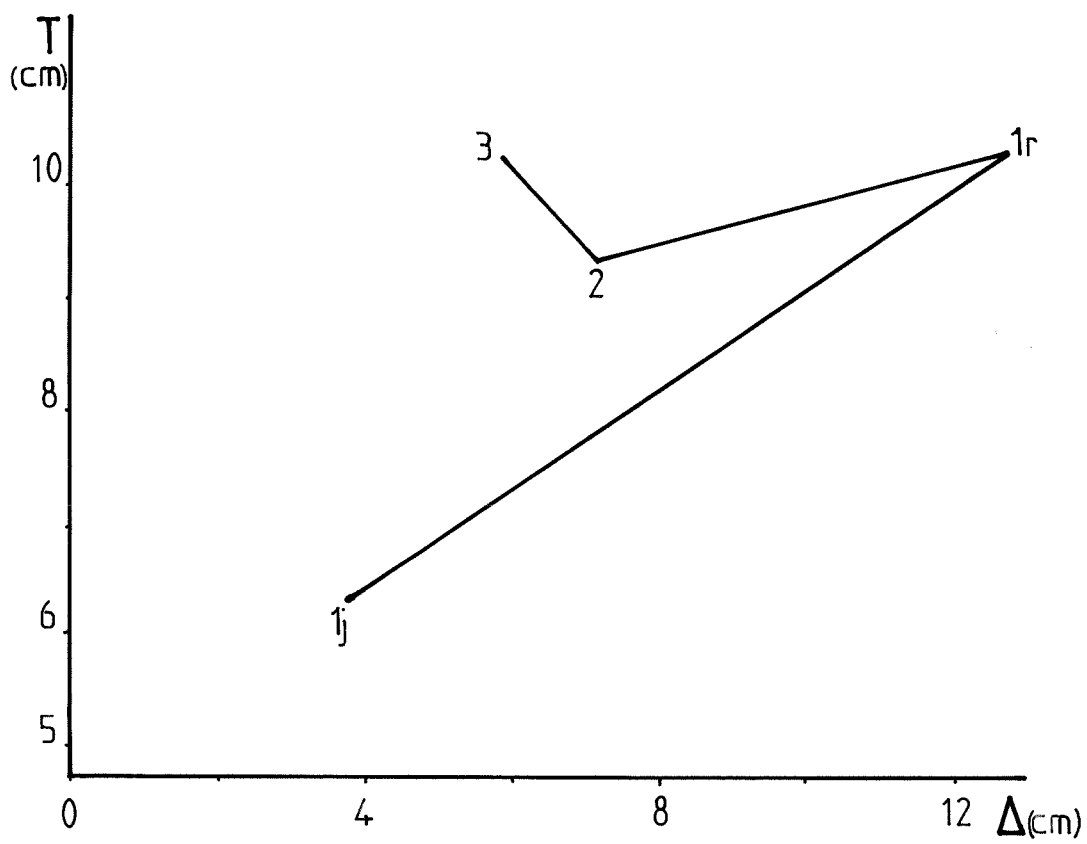


fig.43

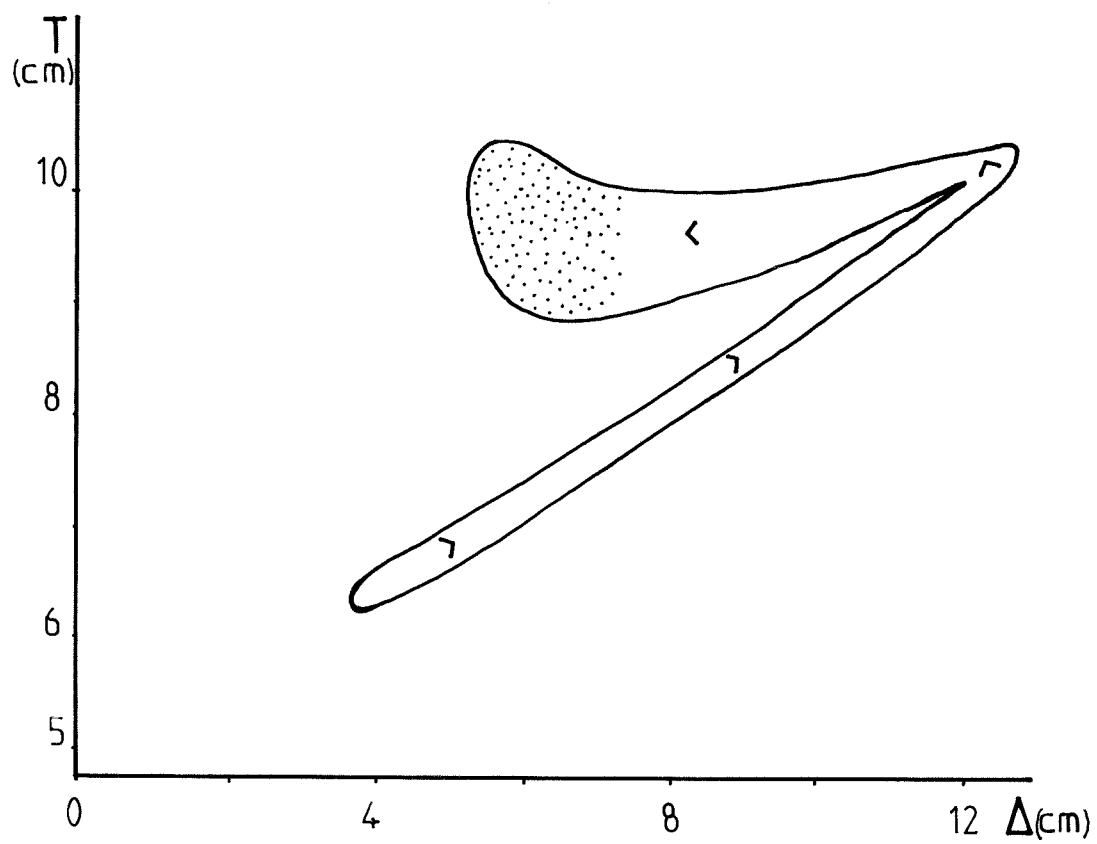


fig.44

II - 3 - 5 - Données de vitesse de croissance

Vingt sept axes ont pu être récoltés.

En huit semaines d'observation le nombre d'entre-noeuds édifiés varie de un à quatre, ce qui donne un plastochrone variant de 14 à 56 jours (respectivement pour un axe "lr" et un axe "lj").

L'unité de croissance est l'entre-noeud lui-même.

La vitesse d'allongement des axes varie de 0,3 à 1,4 cm/semaine, respectivement pour un axe "lj" et un axe "lr".

Les figures 45 et 46 montrent une corrélation forte et positive entre la vitesse d'allongement et les indices Δ et T (les coefficients de corrélation linéaire sont respectivement de 0,829 et 0,826). En d'autres termes un axe croît d'autant plus vite, avec un plastochrone court, que sa taille est plus grande et qu'il est plus axialisé (Jusqu'à 4 entre-noeuds dégagés pour un allongement de 0,11 m en huit semaines).

-Coffea arabica var.nain-

-Figure 45

Graphe indice d'axialisation-élongation axiale(Δ -L)

-Figure 46

Graphe indice de taille-élongation axiale($\bar{\tau}$ -L)

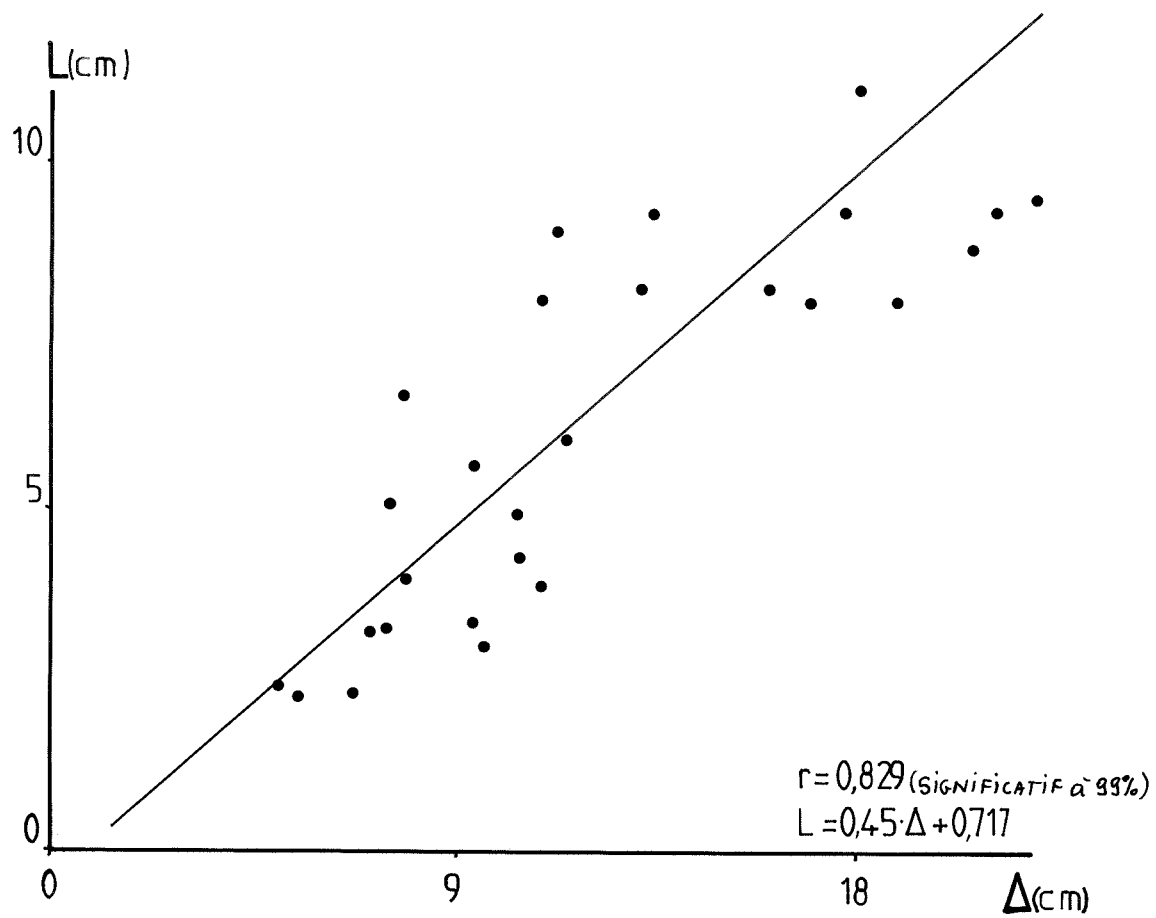


fig.45

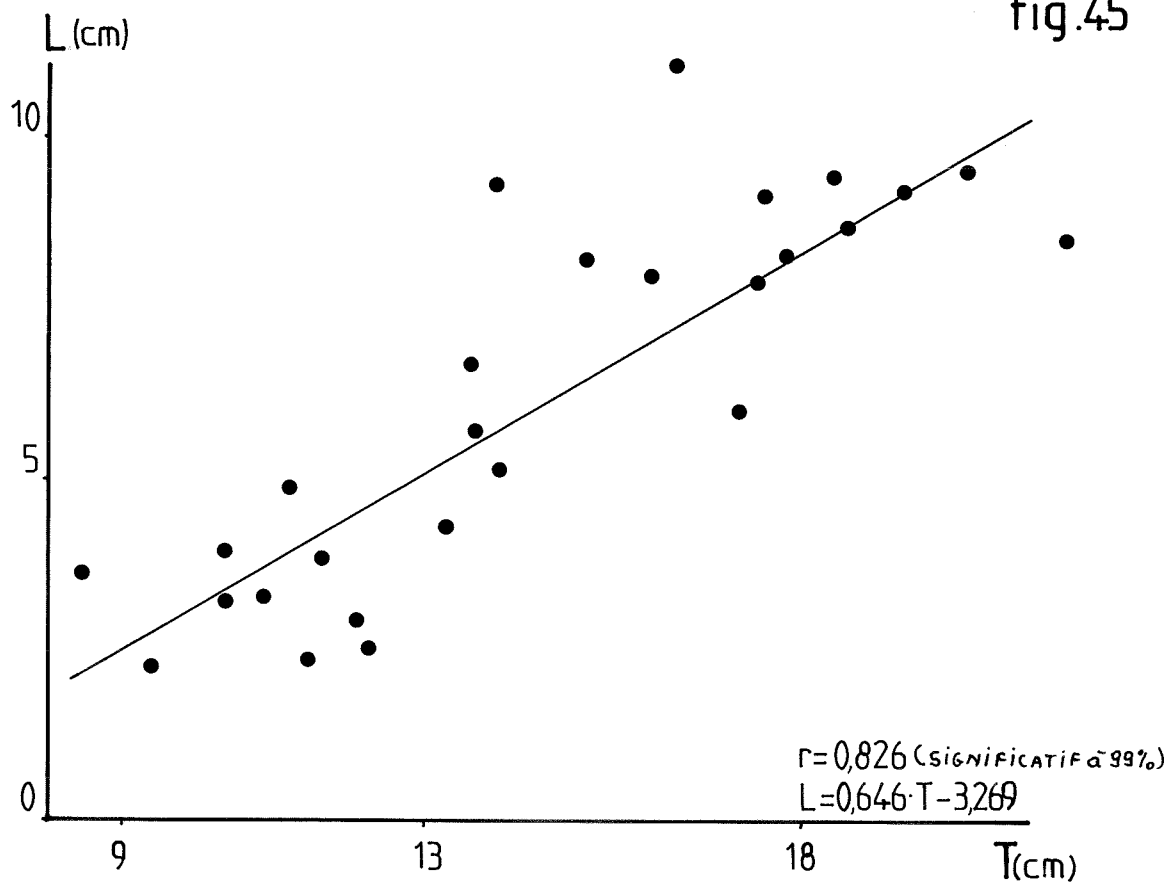


fig.46

II - 3 - 6 - Synthèse

Trois étapes successives peuvent être distinguées dans l'étude de la dynamique de croissance de Coffea arabica :

- Première phase : Elle concerne l'axe principal quand il est jeune. Les dimensions sont faibles (SF, SSE, LE et donc T sont minimaux). Il est par ailleurs caractérisé par une foliarisation importante (Δ minimum) et une croissance faible.

- Seconde phase : Il s'agit de ce même axe quand il se ramifie de façon continue. Ces dimensions (SF, SSE, LE et T) sont maximales et on note une axialisation nette (Δ maximum).

Il a une croissance rapide.

- Troisième phase : Ce sont les ramifications d'ordre 2 et 3. Leur taille globale (T) est maximale mais on note une diminution de SSE.

Par contre ces rameaux sont moyennement foliarisés. Leur vitesse de croissance est moyenne à forte.

Cette phase est par ailleurs marquée par l'apparition de la floraison.

On peut donc maintenant résumer ces différentes observations dans le schéma virtuel de coffea arabica var. nain (Figure 47).

NOTE : Il ne m'a pas été possible de procéder à un échantillonnage complet sur l'axe d'ordre 1 en phase terminale de croissance. J'ai toutefois noté à partir de 2 - 2,5 m de hauteur une baisse sensible du diamètre de l'axe.

-Coffea arabica var.nain-

Figure 47:SCHEMA VIRTUEL


-Les échelles de hauteur et de longueur ont été respectées dans la mesure où l'ensemble restait lisible

-La structure en forme de cône renversé à la base des axes rend compte de l'augmentation de leur diamètre primaire parallèle à leur croissance en longueur

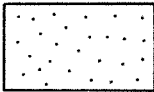
-Symboles utilisés:

*  Inflorescence

*  Entre-noeuds

*  Zone d'échantillonnage

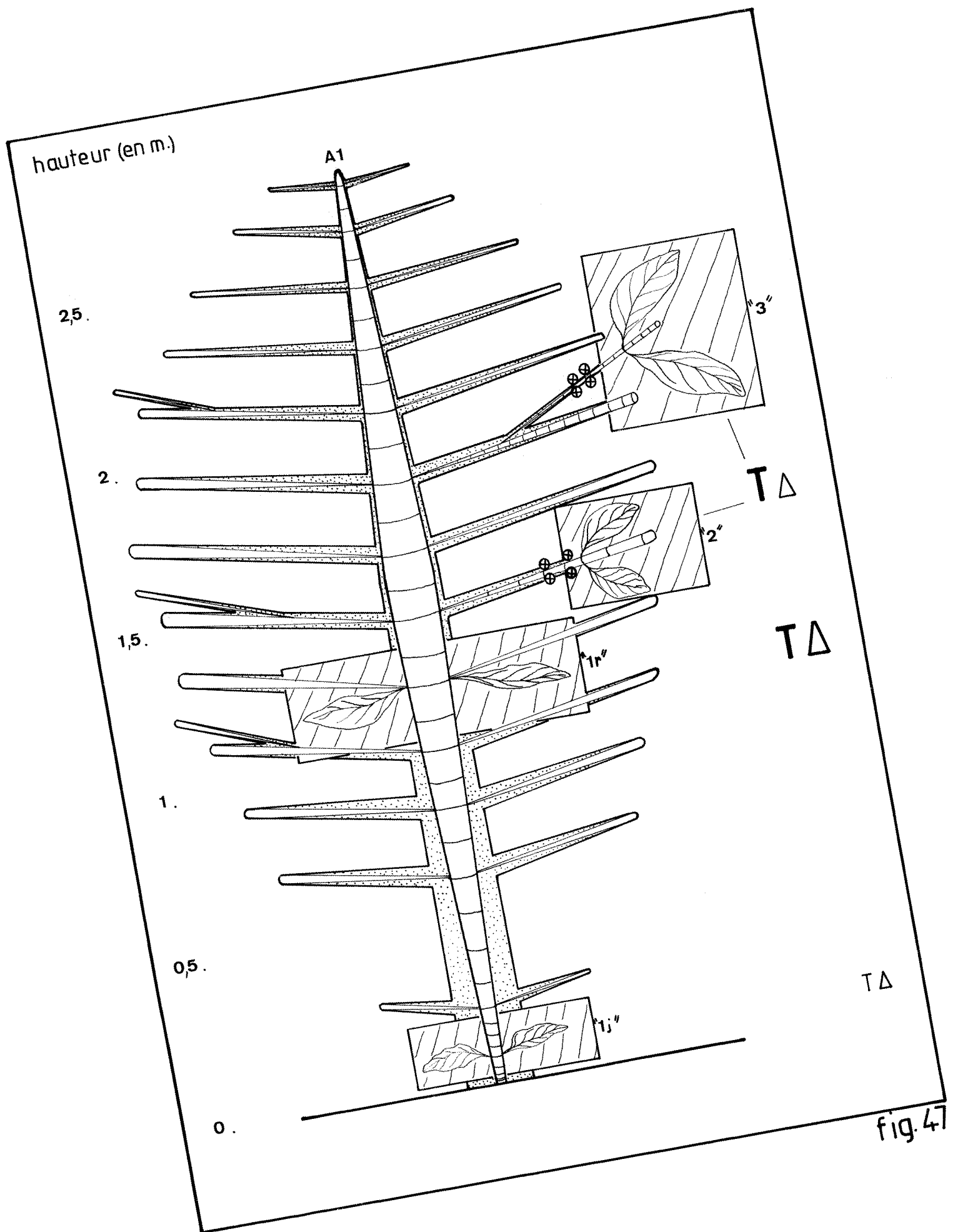
* "lj" Notation adoptée pour la zone d'échantillonnage

*  Tissus secondaires

*La valeur prise par les paramètres synthétiques T et Δ est donnée en face des cadres hachurés représentant les zones d'échantillonnage. Suivant les cas ces valeurs de T et Δ peuvent être communes à plusieurs zones d'échantillonnage

Le code suivant a été adopté:

$\Delta \backslash T$	élevé T	moyen T	faible T
élevé Δ	$T\Delta$	$T\Delta$	$T\Delta$
moyen Δ	$T\Delta$	$T\Delta$	$T\Delta$
faible Δ	$T\Delta$	$T\Delta$	$T\Delta$



Isertia spiciformis DC



H - 4 - Isertia spiciformis DC - RUBIACEAE

Herbier : LAURI PE.n° 184

(Herbier du centre ORSTOM de CAYENNE-GUYANE FRANCAISE)

Site d'étude : Piste de St Elie - GUYANE FRANCAISE

Cette espèce répandue dans les GUYANES et en Amazonie est relativement commune au bord de la piste de St Elie. Elle est reconnaissable à ses inflorescences en grappe composée, à axe et corolle rouge-rose, de 0,1 à 0,2 m de longueur.

Les feuilles stipulées sont légèrement gaufrées, glabres sur leur face supérieure, rapeuse sur la face inférieure. Le bourgeon terminal est englobé dans des sécrétions de cire.

On la trouve souvent associée à Isertia coccinea (BARTHELEMY 1986) qui est un arbre de plus grande taille (en moyenne 10 à 15 m), à inflorescence plus développée, à axe rouge et corolle rouge-orangé. Pour ces deux espèces, les fruits sont des drupes contenant quelques graines.

II - 4 - 1 - Présentation morphologique

Adulte ce petit arbre atteint 4 à 5 m de haut. Dans de vieilles formations secondaires il a pu toutefois être observé à 10 m (Daniel SABATIER communication personnelle). Mais ceci reste semble-t-il un cas d'exception.

Les feuilles sont opposées - décussées, simples et entières (Planche 9-A).

Il n'y a pas de forme juvénile caractéristique sur le plan des critères morphologiques utilisés ici.

II - 4 - 2 - Mode de croissance

BARTHELEMY 1986 a et b

Les individus étudiés ici proviennent d'une zone ouverte.

L'axe initial, orthotrope, à croissance monopodiale, peut se ramifier dès 0,5 m. Il produit, de façon rythmique des ramifications latérales d'ordre 2, qui, après 1 ou 2 niveaux de ramifications d'ordre 3, également orthotropes, forment une inflorescence terminale (Planche 9-B).

Ces ramifications de troisième ordre fleurissent en général rapidement après s'être elles-mêmes ramifiées.

Sur des individus exposés au soleil, plusieurs cas de floraison terminale sur l'axe initial ont pu être observés, après plusieurs niveaux de ramification et à une hauteur n'excédant pas 2 m (1). Ceci semble être un cas général pour les espèces de ce modèle. En résumé les éléments décrivant l'architecture sont donc :

- Axe initial orthotrope monopodial.

- Celui-ci produit de façon rythmique des branches latérales orthotropes constituées de modules se terminant chacun par une inflorescence.

Ce type de croissance rattache Isertia spiciformis au modèle de SCARRONE.

II - 4 - 3 - Zones d'échantillonnage

L'étude préliminaire a permis de distinguer 4 zones d'échantillonnage :

 (1) Des cas analogues existent ainsi que le montre TEMPLE (1977) sur Arbutus. Le cas des Pandanus est identique (HALLE communication personnelle).

1) L'axe principal jeune entre 0,03 et 0,1 m de hauteur. C'est l'axe d'ordre 1 juvénile.

notation : "lj".

2) Ce même axe principal ramifié, entre 1 et 2 m. C'est l'axe d'ordre 1 ramifié.

notation : "lr".

3) Les ramifications d'ordre 2 et 3 au niveau des 4 derniers entre-nœuds précédant l'inflorescence.

notation : "2-3".

4) Les ramifications d'ordre 6, au niveau des 4 derniers entre-nœuds précédant l'inflorescence.

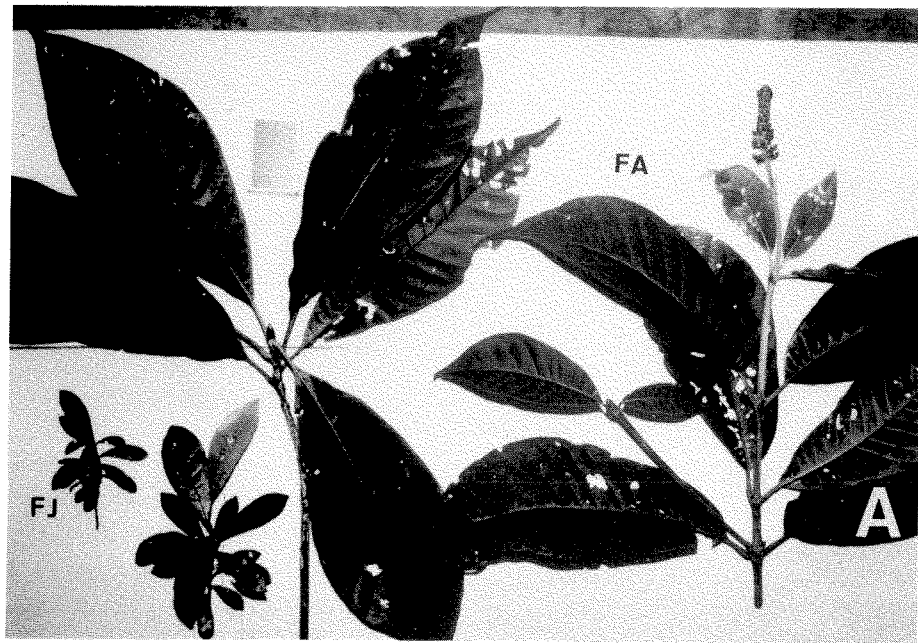
notation : "6".

-Isertia spiciformis-

PLANCHE 9-A :Transition de feuilles jeunes(FJ) à

adultes(FA)

PLANCHE 9-B :Inflorescence terminale



II - 4 - 4 - Présentation graphique des résultats

Les figures 48, 49 et 50 montrent une évolution globalement similaire pour les trois paramètres SF, SSE et LE.

Ils prennent leur valeur minimale en "1j", leur valeur maximale en "1r" puis reviennent à des valeurs moyennes en "2-3" et "6".

On remarque toutefois une augmentation sensible de SSE en "6", par rapport à "2-3". On observe donc une courbe en cloche plus ou moins régulière.

Le graphe s-v des Figures 51, 52 confirme cette évolution en donnant à "1j" les plus faibles valeurs de s et v. En "1r" les valeurs deviennent maximales. En "2-3" et "6" on observe un retour vers les valeurs qui caractérisent le stade 1j.

Les Figures 53-54 et 55-56 permettent de distinguer l'évolution différentielle de Δ et T en fonction des stades.

Pour Δ , "1j" et "1r" sont nettement opposés tandis que le groupe composé des stades 2-3 et 6, qui sont confondus à 95 %, se rapproche de "1j" ("2-3" recouvre "1j" à 50 %) et s'éloigne de "1r" ("2-3" est disjoint à 60 % de "1r").

Pour T, on observe une évolution semblable. Les stades "2-3" et "6" restent groupés (ils se recouvrent à presque 100 %) et occupent une position intermédiaire entre "1j" et "1r" ("2-3" est disjoint à 50 % de "1r" et à 95 % de "1j").

La Figure 57 résume ces observations. On remarque la grande variabilité de Δ en "1r" mais dans les deux cas on note une courbe en cloche asymétrique avec une stabilisation autour de valeurs moyennes pour les ramifications.

Le "graphe signature" des Figures 58 et 59 indique une évolution en boucle assez ouverte.

-Isertia spiciformis-

-Figure 48 :Variation de la surface foliaire(SF)en
fonction du stade de croissance

-Figure 49 :Variation de la surface de la section de
l'entre-noeud(SSE)en fonction du stade de croissance

-Figure 50 :Variation de la longueur de l'entre-noeud
(LE)en fonction du stade de croissance

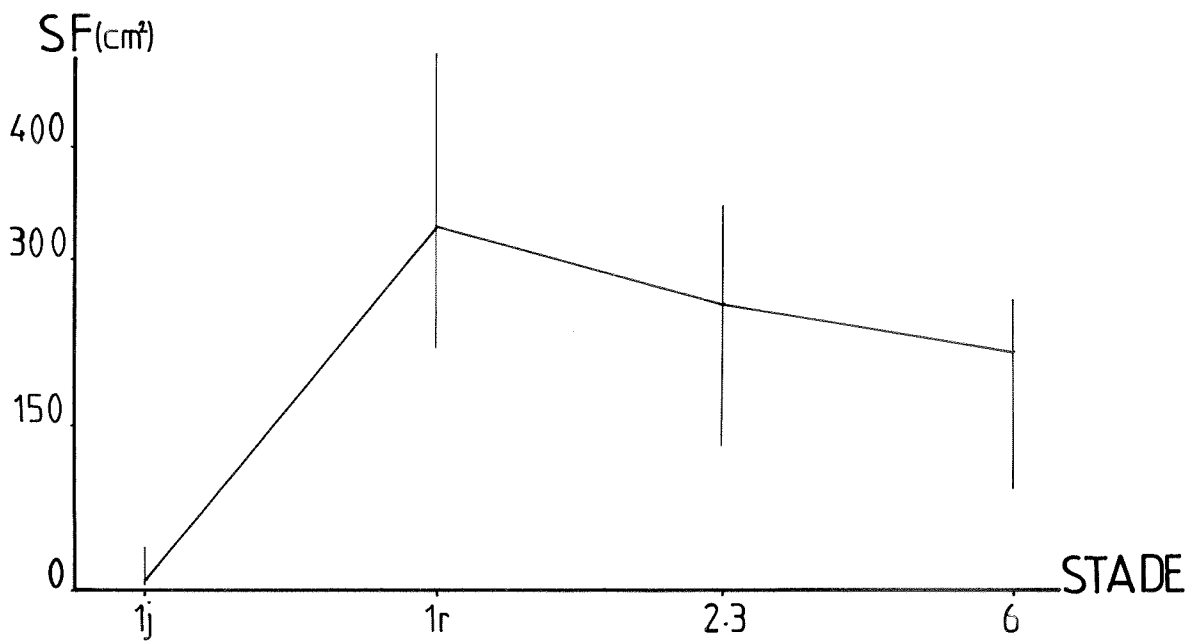


fig.48

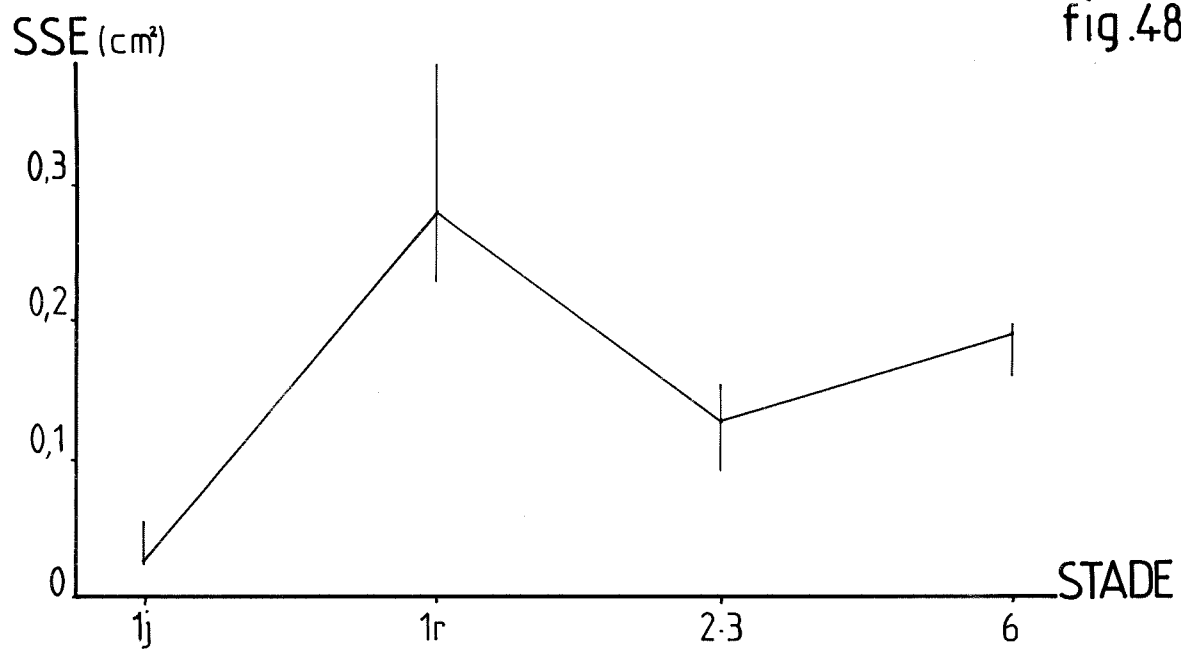


fig.49

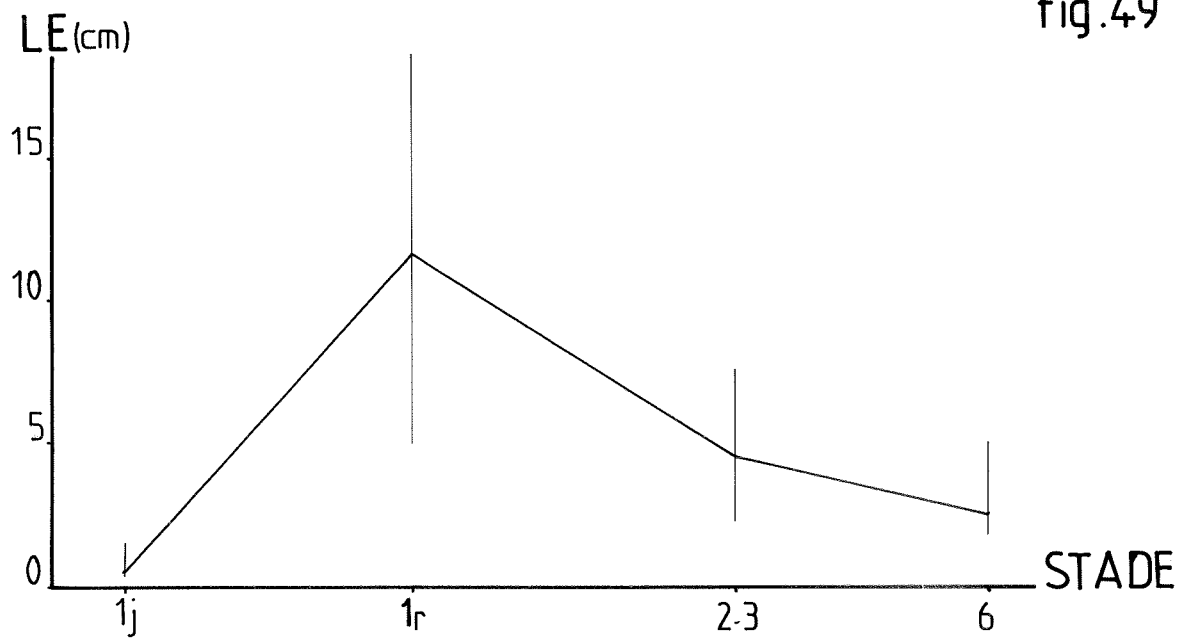


fig.50

-Isertia spiciformis-

-Figures 51 et 52 :Dessin des nuages de points et des
"patates" correspondant aux différents stades de
croissance.

Chaque niveau foliaire est représenté par la notation
adoptée pour les différentes zones d'échantillonnage

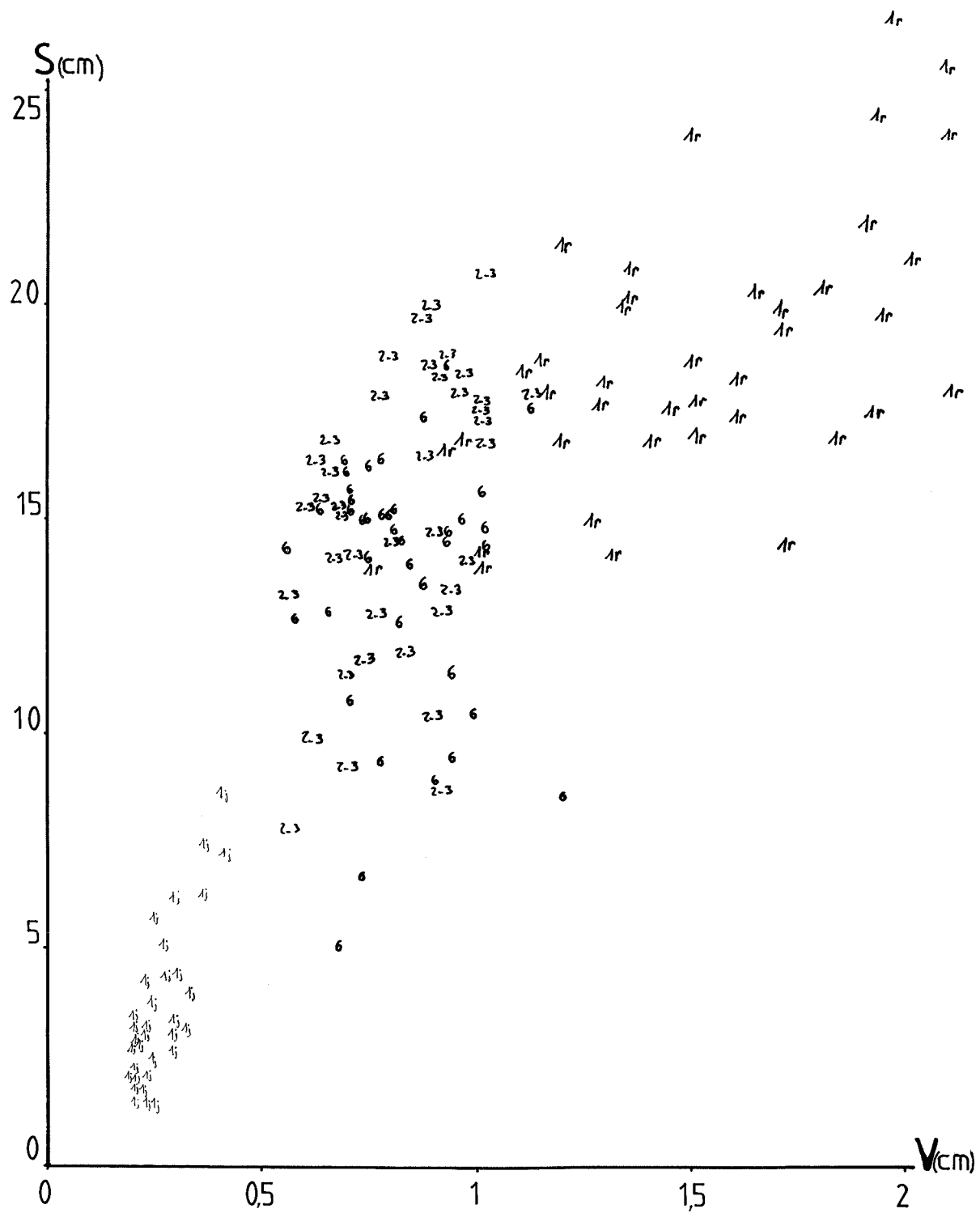


fig. 51

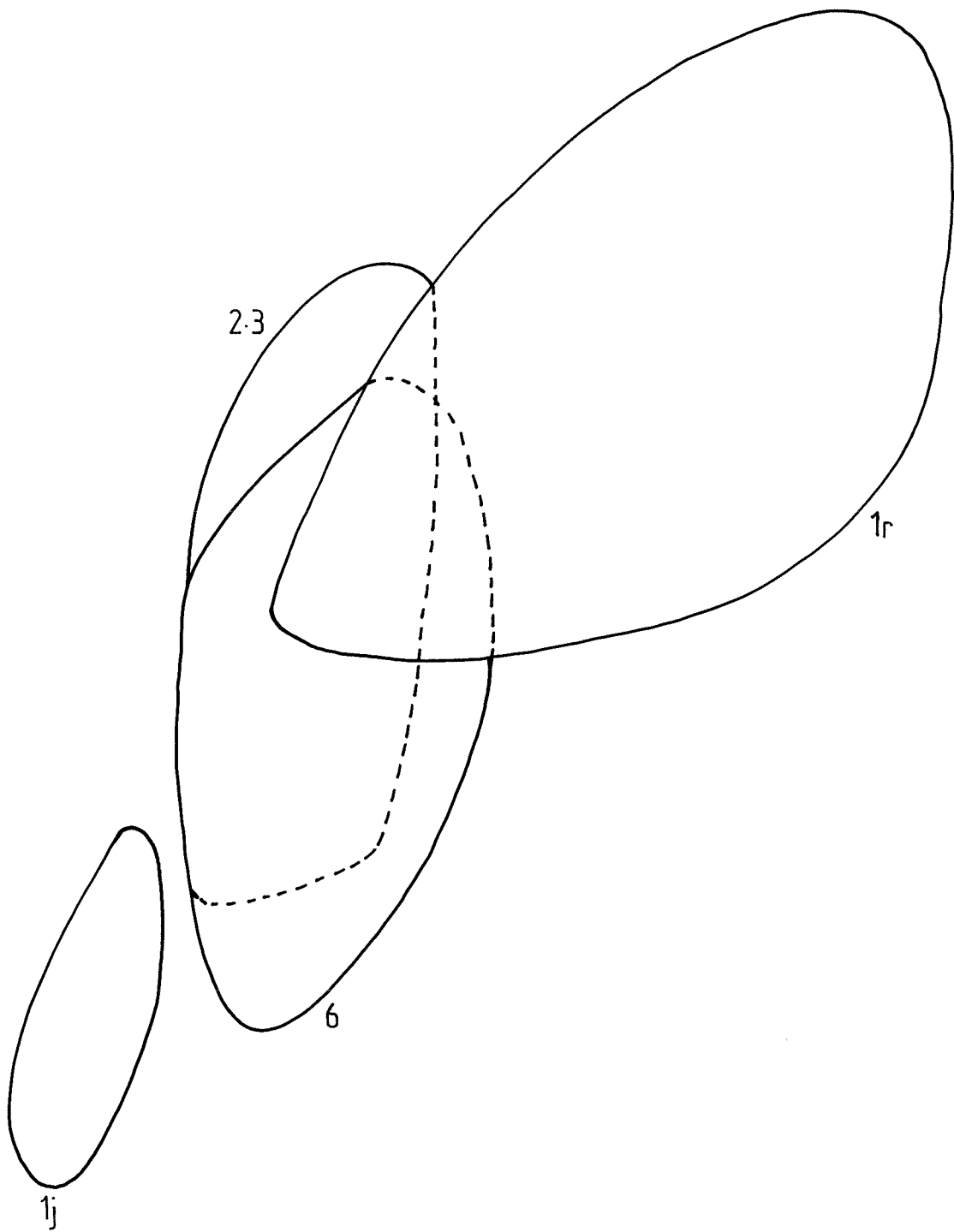


fig.52

-Isertia spiciformis-

-Figures 53 et 54 :Tracé des fonctions de répartition de
l'indice d'axialisation (Δ) pour les différents stades
de croissance

-Figures 55 et 56 :Tracé des fonctions de répartition de
l'indice de taille (T) pour les différents stades de
croissance

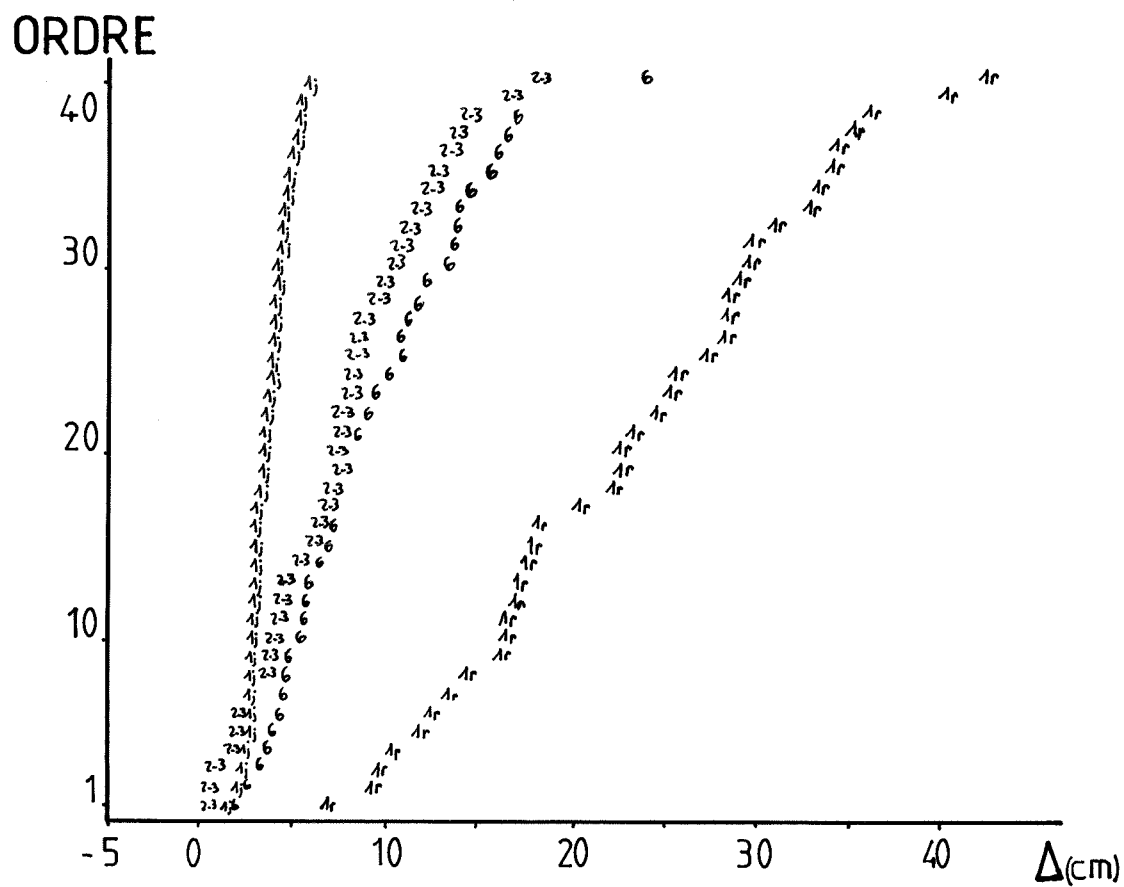


fig.53

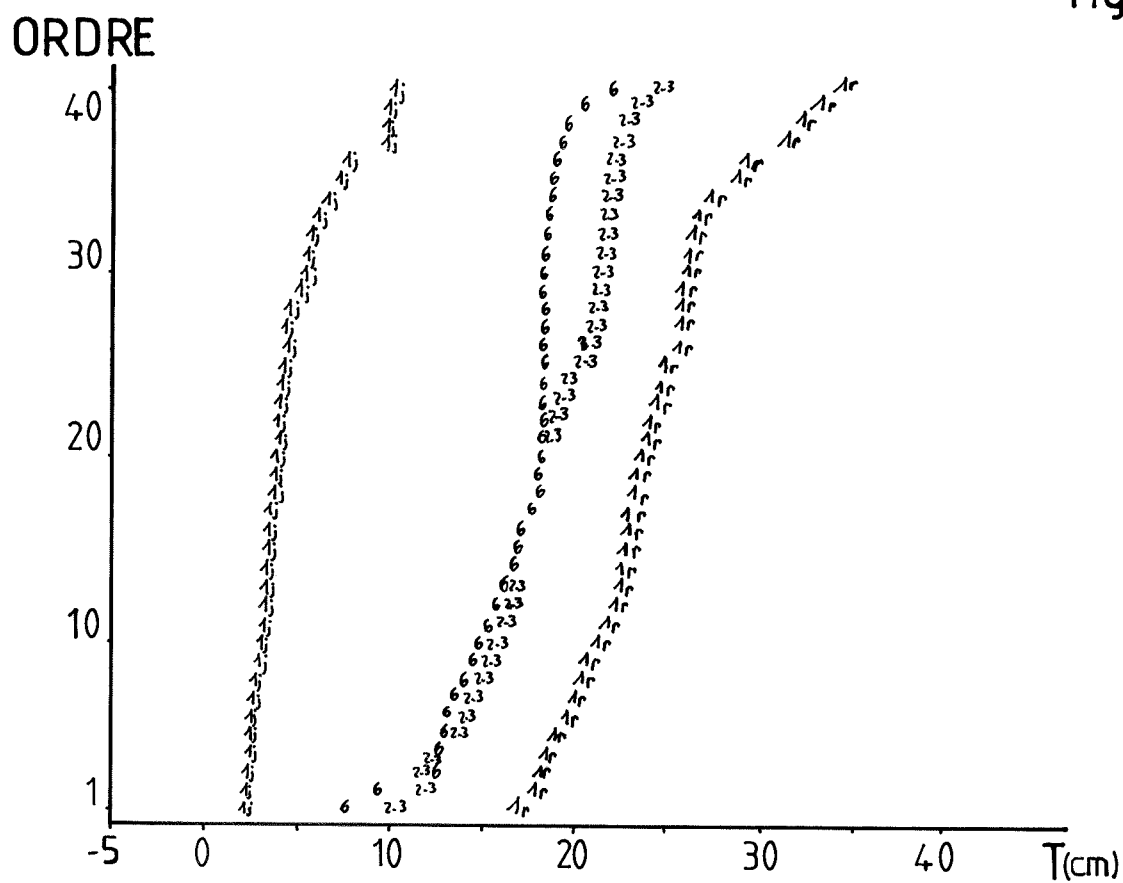


fig.55

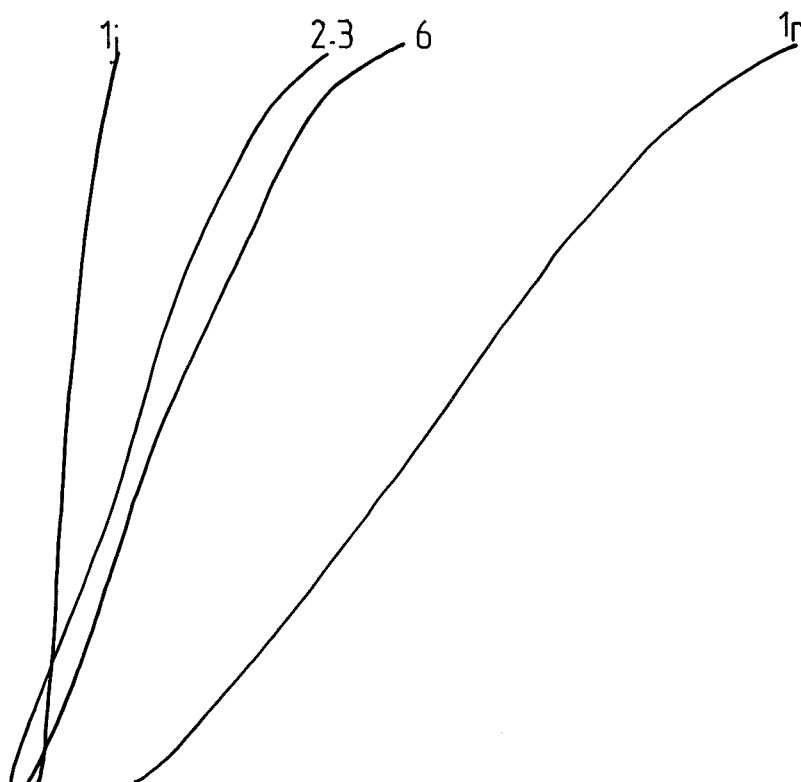


fig.54

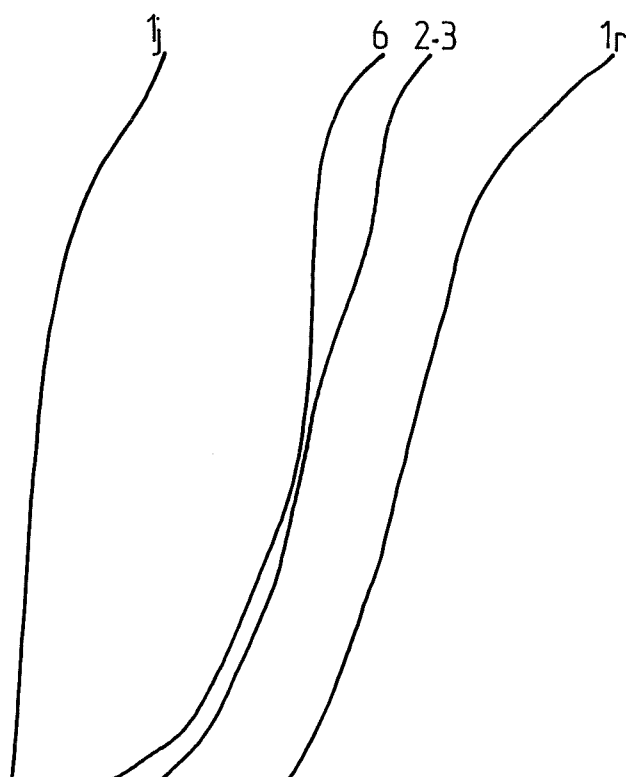


fig.56

-Isertia spiciformis-

Figure 57 : Evolution des indices de taille (T) et

d'axialisation (Δ) en fonction des stades de croissance

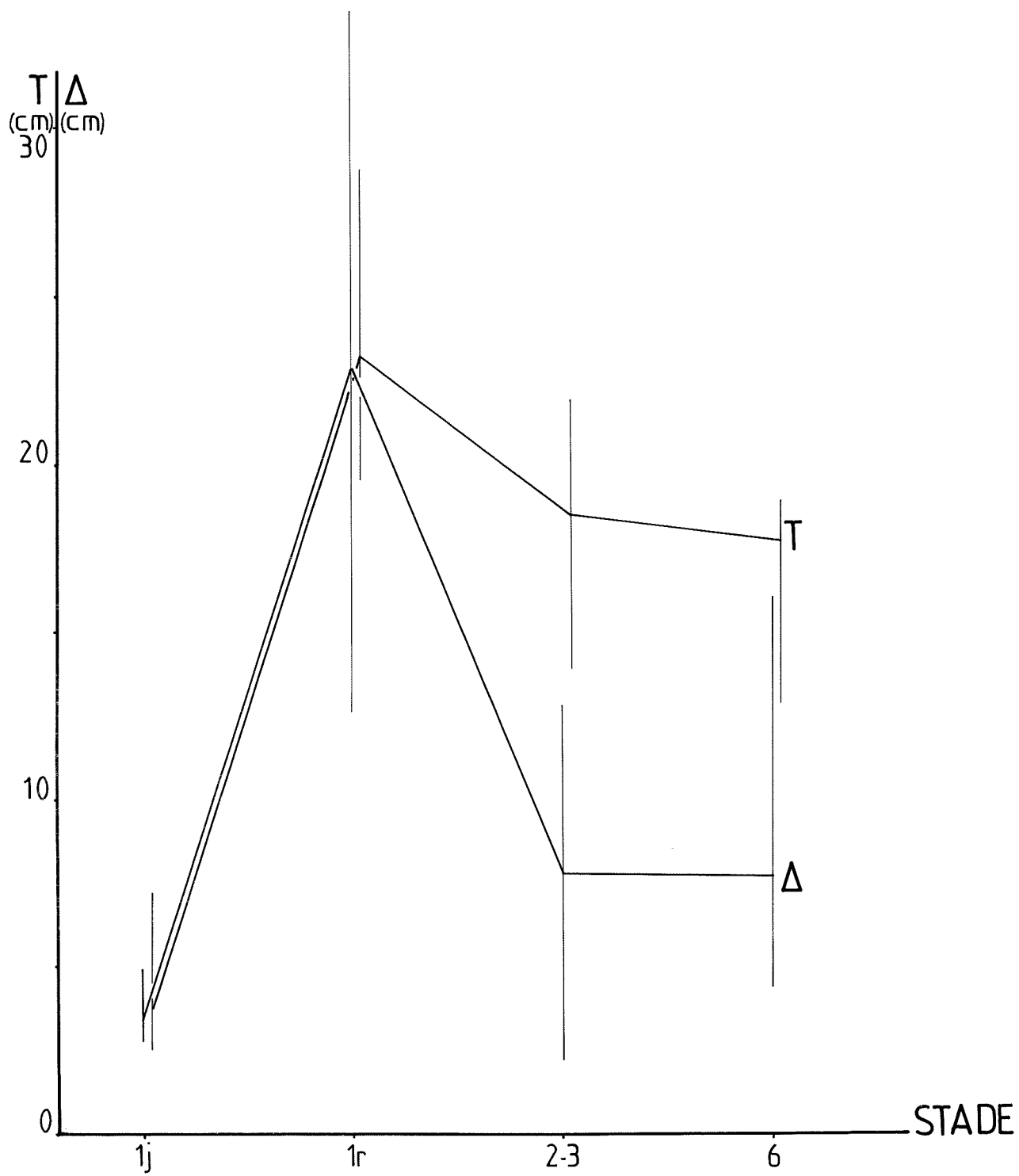


fig.57

-Isertia spiciformis-

"GRAPHE SIGNATURE"

-Figure 58 :Graphe en fil

-Figure 59 :Graphe en ruban

Les pointillés marquent la présence de la
sexualité

Les flèches indiquent le sens de l'évolution
ontogénique

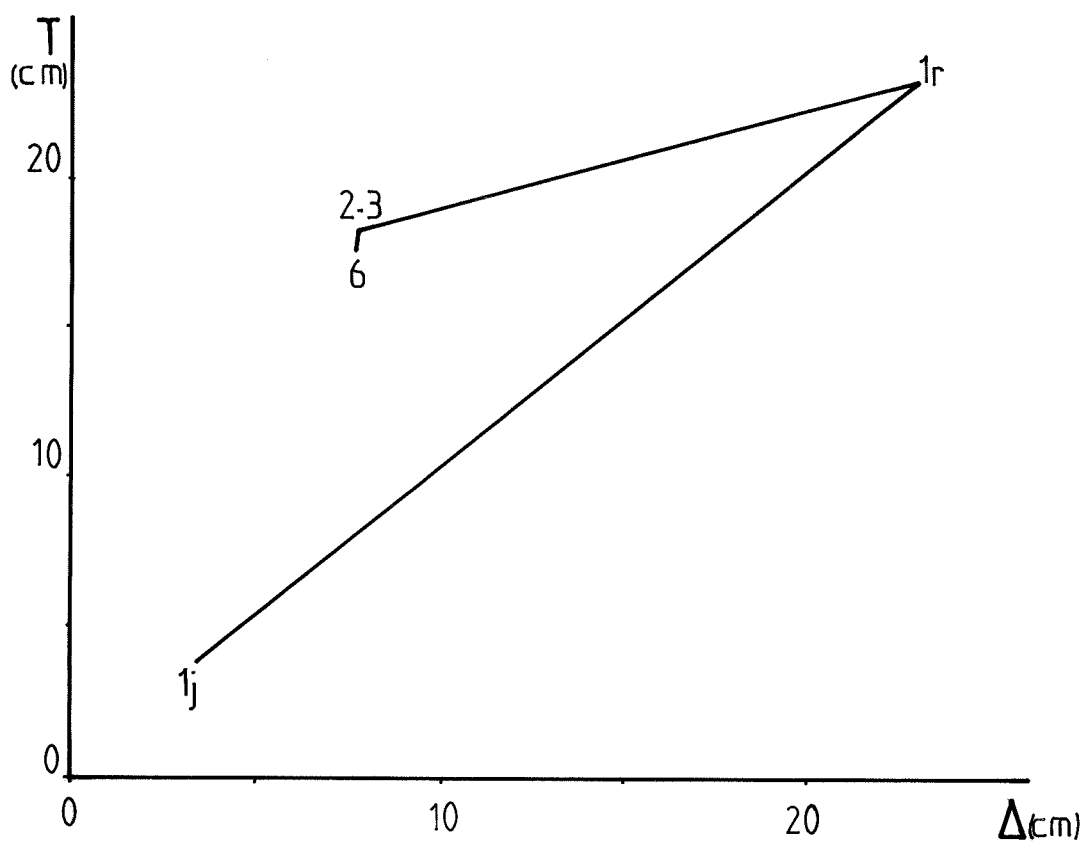


fig.58

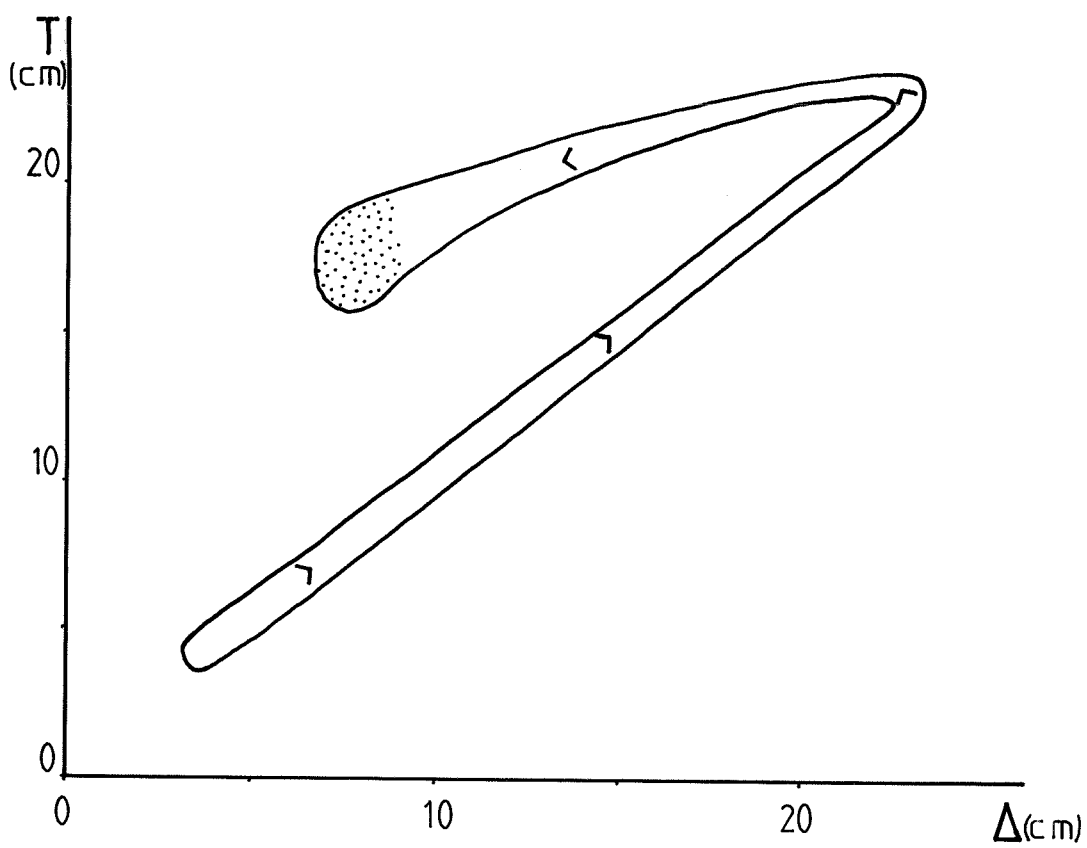


fig.59


-Isertia spiciformis-

Figure 60:SCHEMA VIRTUEL


-Les échelles de hauteur et de longueur ont été respectées dans la mesure où l'ensemble restait lisible

-La structure en forme de cône renversé à la base des axes rend compte de l'augmentation de leur diamètre primaire parallèle à leur croissance en longueur


-Symboles utilisés:

*  Inflorescence

*  Entre-noeuds

*  Zone d'échantillonnage

* "lj" Notation adoptée pour la zone d'échantillonnage

*  Tissus secondaires

II - 4 - 5 - Synthèse

Les six semaines d'étude n'ont pas permis d'obtenir une croissance suffisante des axes pour en permettre une évaluation fiable.

Les données précédentes permettent de distinguer trois phases se succédant au cours de la croissance d' Isertia spiciformis.

Première phase : L'axe initial jeune est de petite taille. Il est très foliarisé (T et Δ sont minimaux).

Deuxième phase : Ce même axe s'est développé et ramifié. Les entre-noeuds et leurs feuilles atteignent leurs dimensions maximales (T prend sa plus haute valeur) et sont axialisés (Δ est maximum).

Troisième phase : Elle englobe les productions latérales florifères. Elles sont de taille moyenne et moyennement foliarisées.

La figure 60 résume dans le schéma virtuel d'Isertia spiciformis, ces différents éléments d'observation.

NOTE : Il n'a pas été possible de récolter des échantillons corrects sur les axes d'ordre 1 florifères. Mais il m'a semblé d'après les quelques cas observés que ces portions d'axes s'intégraient dans la troisième phase décrite ci-dessus (donc en position intermédiaire, entre "Ij" et "Ir" pour T et Δ).

*La valeur prise par les paramètres synthétiques T et Δ est donnée en face des cadres hachurés représentant les zones d'échantillonnage. Suivant les cas ces valeurs de T et Δ peuvent être communes à plusieurs zones d'échantillonnage

Le code suivant a été adopté:

$\Delta \backslash T$	élevé T	moyen T	faible T
élevé Δ	$T\Delta$	$T\Delta$	$T\Delta$
moyen Δ	$T\Delta$	$T\Delta$	$T\Delta$
faible Δ	$T\Delta$	$T\Delta$	$T\Delta$

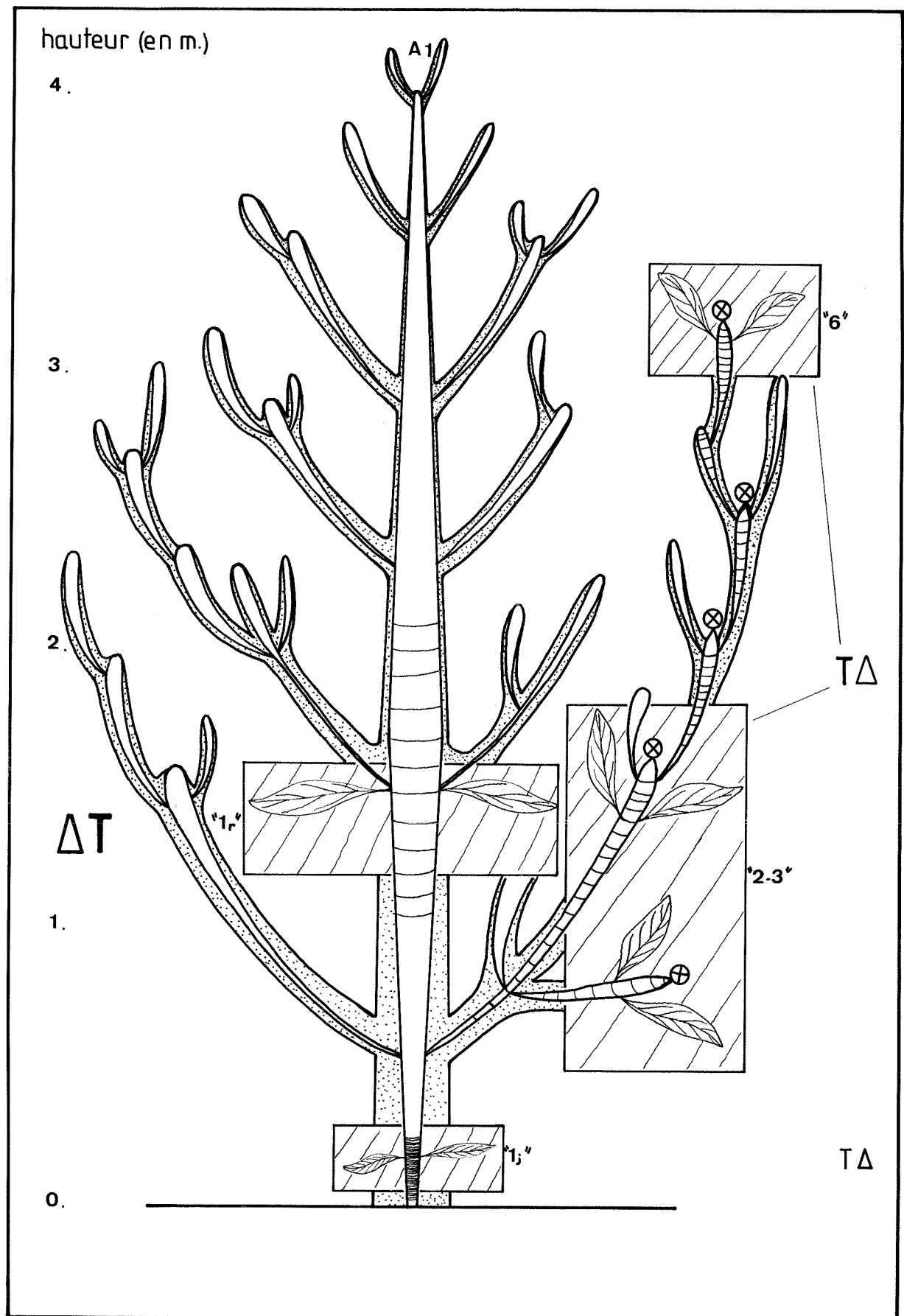


fig.60

Loreya mespiloides (Aubl.) DC



II - 5 - Loreya mespiloides Miq.- MELASTOMACEAE

Herbier : LAURI P.E. n° 181

(Herbier du centre ORSTOM de CAYENNE - GUYANE FRANCAISE)

Sites d'étude : Piste de St Elie et Cacao - GUYANE FRANCAISE

Ce petit arbre cauliflore est caractéristique des jeunes formations secondaires. Il est répandu dans les GUYANES et le Nord du BRESIL.

Les fleurs apparaissent sur les axes lignifiés (d'ordre 1 et ramifications latérales) en dessous des zones feuillées et tendent avec le temps à envahir toutes les branches charpentières et le tronc dans un mouvement basipète. C'est donc un cas de rami- et tronciflorie (SABATIER 1983 - Planche 10-A). Elles sont groupées en faisceaux de 2 à 5 fleurs à l'aisselle des cicatrices foliaires. La floraison se produit de façon groupée et périodique. Elle est précoce (à 4 ans sur ARBOCEL (1) - De FORESTA 1981). Les fruits sont blancs à maturité. Ce sont des baies comestibles contenant de minuscules graines (Planche 10-B).

II - 5 - 1 - Présentation morphologique

La taille de l'arbre adulte dépasse rarement 5-6 m, quoiqu'il ait pu être observé à 10 m (De FORESTA 1981).

Les axes bruns sont recouverts d'un tomentum de même couleur. Les feuilles simples et entières sont opposées-décussées. Elles sont pubescentes sur leur face inférieure. Le bord du limbe est hérissé de fines dents pointues.

(1) Parcelle de 25 hectares de forêt primaire, coupée en 1976, à titre expérimental, dans des conditions simulant celles d'une exploitation papetière.

Il n'y a pas de forme juvénile caractéristique selon les critères utilisés ici.

II - 5 - 2 - Mode de croissance

Les individus étudiés proviennent d'une zone de lisière.

L'axe initial orthotrope, monopodial, peut se ramifier dès 1-1,5 m. Il produit alors de façon rythmique des axes latéraux, d'ordre 2, orthotropes, sympodiaux. Ceux-ci donnent à leur tour des ramifications de 3ème ordre présentant les mêmes caractéristiques et ainsi de suite.

Les éléments déterminants l'architecture sont donc en résumé :

- Axe initial et principal monopodial et orthotrope.
- Ramifications latérales émises de façon rythmique. Elles sont orthotropes et à croissance sympodiale.

Ceci rattache donc Loreya mespiloïdes au modèle de SCARRONE.

II - 5 - 3 - Zones d'échantillonnage.

Le fait de travailler sur une espèce cauliflore a posé un problème d'échantillonnage particulier.

Il m'a semblé que la floraison n'apparaissait qu'à partir d'une certaine hauteur de l'arbre, au minimum 2 m, correspondant très probablement à l'âge de floraison cité par De FORESTA 1981.

Par ailleurs elle concerne davantage un groupe d'axes qu'un axe seul. En d'autres termes il semble que ce soit un "état général" des axes feuillés qui permette la floraison. Celle-ci, une fois apparue en

dessous des dernières feuilles s'étend graduellement au rythme des vagues de floraison sur les axes indurés, jusqu'à envahir le tronc lui-même.

J'ai cherché par conséquent à déterminer sur le terrain la taille maximale de l'arbre n'ayant pas encore fleuri et celle de l'arbre venant de fleurir pour la première fois.

J'ai ainsi déterminé, a priori, 5 zones de prélèvement :

- 1) L'axe principal entre 0,1 et 0,4 m. C'est l'axe d'ordre 1 jeune.
notation : "1j".
- 2) Ce même axe entre 0,5 et 1,5 m, ramifié.
notation : "1r".
- 3) Les axes latéraux ultimes de numéro d'ordre égal à 5, sur un individu de 2 m, avant que la floraison n'apparaisse.
notation : "5".
- 4) Les axes latéraux ultimes de numéro d'ordre 8, sur un individu de 3 m venant de fleurir pour la première fois.
notation : "8".
- 5) Les axes ultimes de numéro d'ordre égal à 9 sur un arbre de 5 m.
notation : "9".

-Loreya mespiloïdes-

PLANCHE 10-A :Rami- et tronciflorie

PLANCHE 10-B :Baies comestibles



II - 5 - 4 - Présentation graphique des résultats

Les Figures 61, 62 et 63 permettent de distinguer l'évolution de SF et SSE d'une part et celle de LE d'autre part.

Pour les deux premiers paramètres, "lj" correspond aux valeurs minimales, "lr" aux valeurs maximales, tandis que les stades 5, 8 et 9 se stabilisent autour de valeurs moyennes.

La longueur de l'entre-noeud (LE) quant à elle prend sa valeur minimale en "lj", "5", "8" et "9". C'est en "lr" que LE est maximum.

On retrouve donc bien pour ces trois paramètres une courbe en cloche avec un sommet en "lr".

Les Figures 64 et 65 distinguent nettement par s et v les stades lj et lr, tandis que "5", "8" et "9" sont en position intermédiaire entre ces deux extrêmes.

Les Figures 66 - 67 indiquent la variation suivante de Δ pour les 5 stades : "lr" correspond aux plus hautes valeurs (il est disjoint de "lj" qui lui est le plus proche, à 70 %). Les stades lj et 5 sont assez proches et se recouvrent à 80 %. "8" et "9" s'éloignent ensuite davantage vers des valeurs plus faibles : ils sont disjoints de "5" respectivement à 35 % et 60 %.

Les fonctions de répartition des Figures 68-69 montrent pour T l'évolution déjà notée sur les Figures 64-65 : "lj" et "lr" ont des valeurs extrêmes et opposées, tandis que "5", "8" et "9" forment un groupe intermédiaire et distinct. Le stade 8 est disjoint à 55 % de "lr" tandis que "5" est disjoint de "lj" à 75 %.

La Figure 70 résume ces évolutions : on remarque bien que si

les ramifications d'ordre 5, 8 et 9 ont une taille moyenne (entre "lj" et "lr") elles sont par contre fortement foliarisées.

Le "graphe signature" des Figures 71 et 72 montre pour Loreya mespiloïdes une boucle relativement ouverte.

-Loreya mespiloïdes-

-Figure 61 :Variation de la surface foliaire(SF)en
fonction du stade de croissance

-Figure 62 :Variation de la surface de la section de
l'entre-noeud(SSE)en fonction du stade de croissance

-Figure 63 :Variation de la longueur de l'entre-noeud
(LE)en fonction du stade de croissance

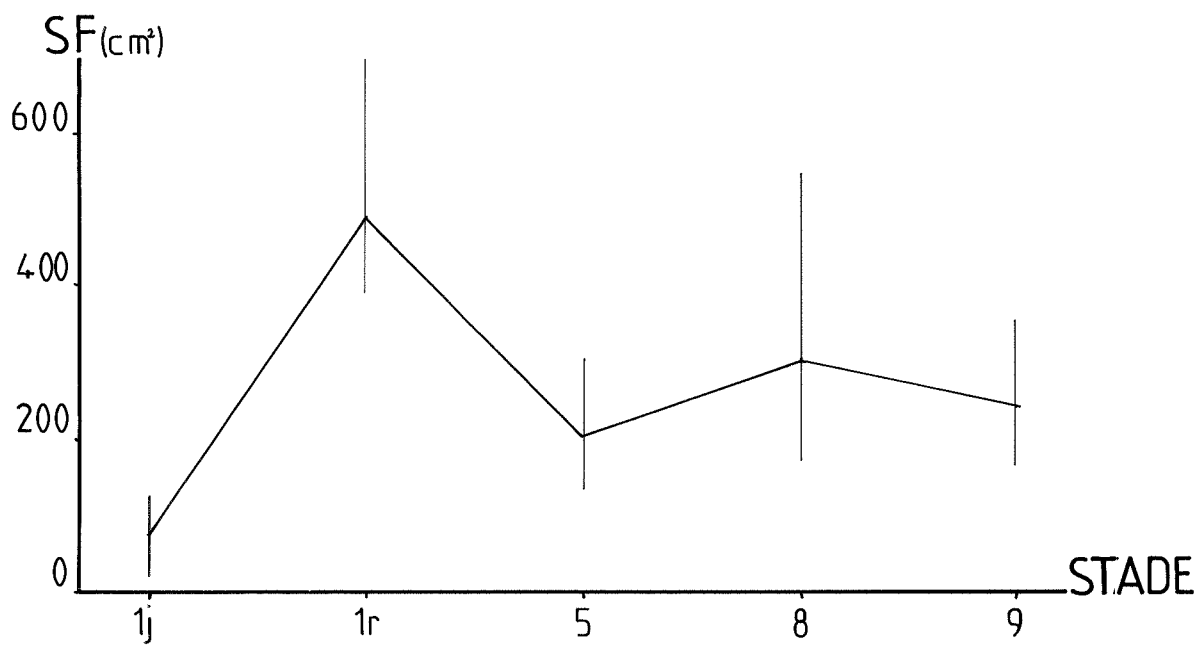


fig. 61

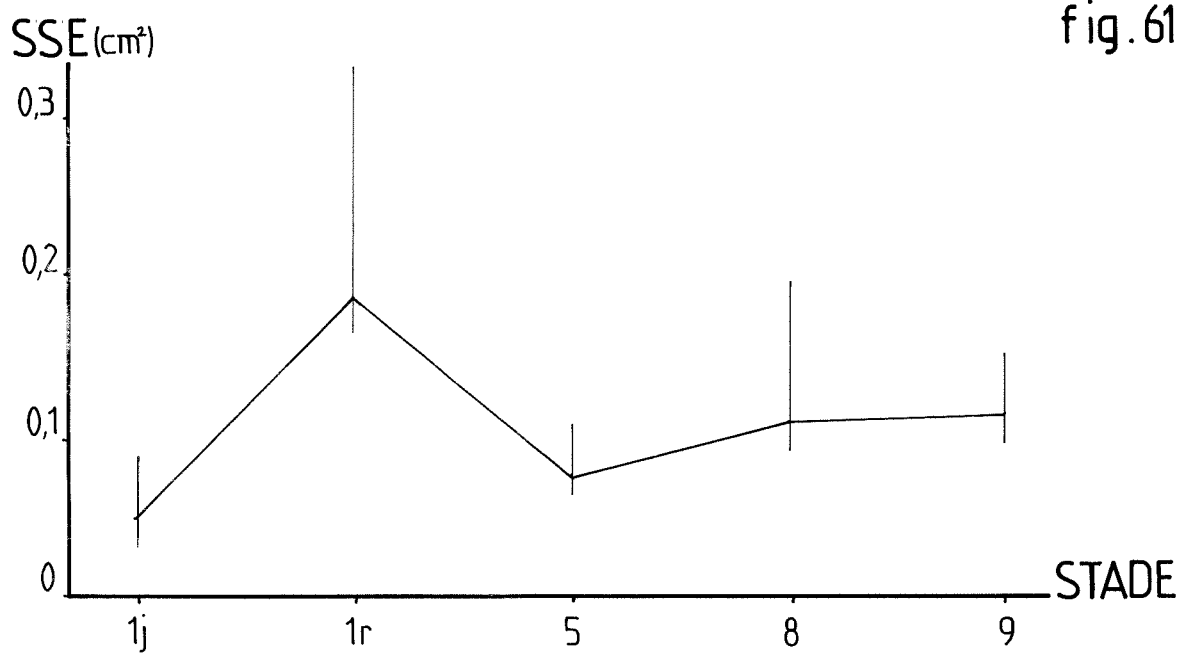


fig. 62

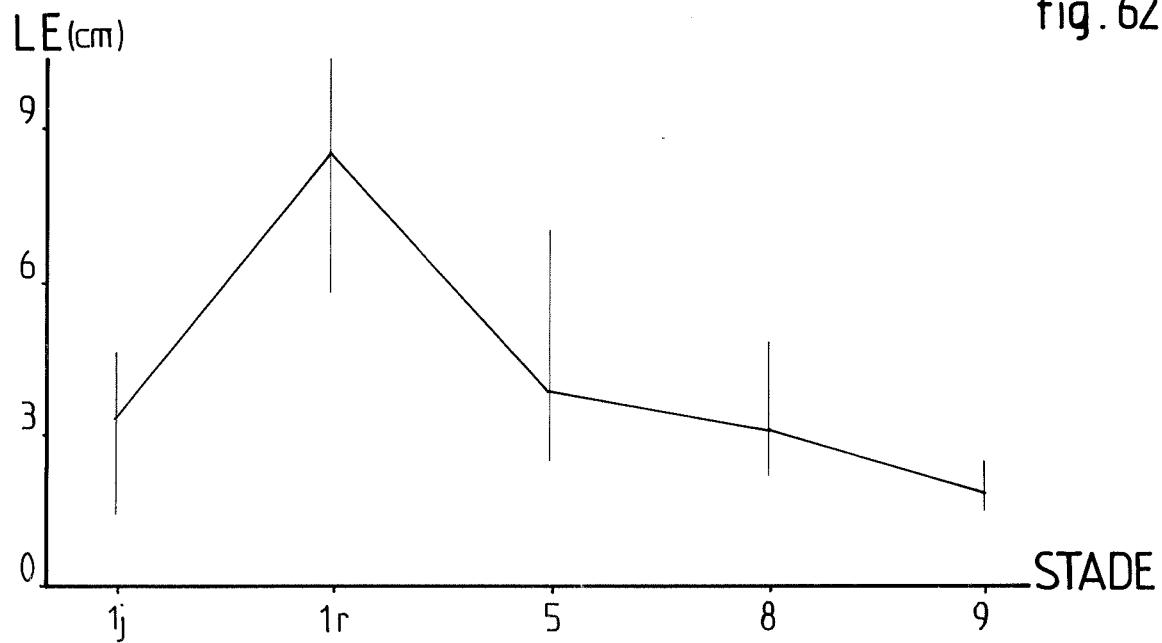


fig. 63

-Loreya mespiloïdes-

-Figures 64 et 65 :Dessin des nuages de points et des
"patates" correspondant aux différents stades de
croissance.

Chaque niveau foliaire est représenté par la notation
adoptée pour les différentes zones d'échantillonnage

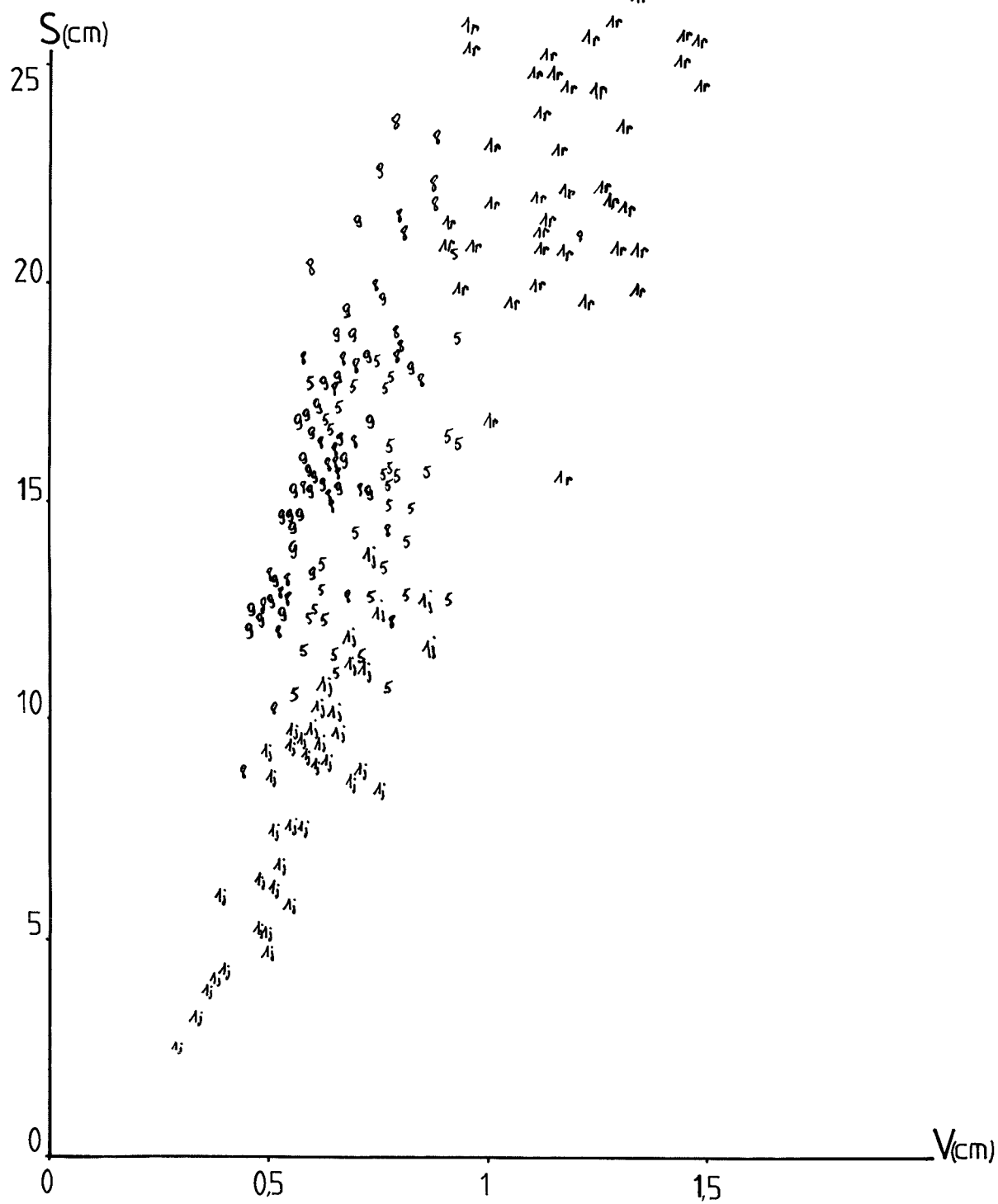


fig.64

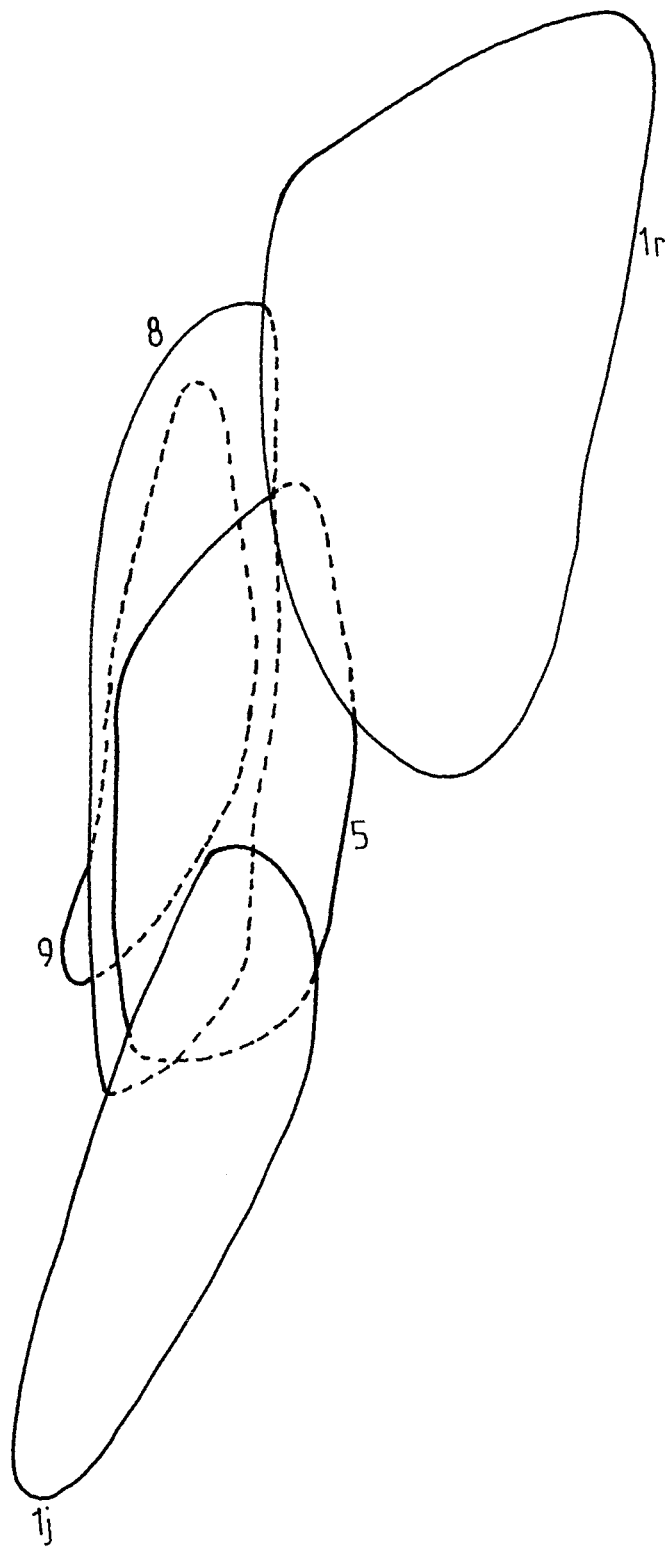
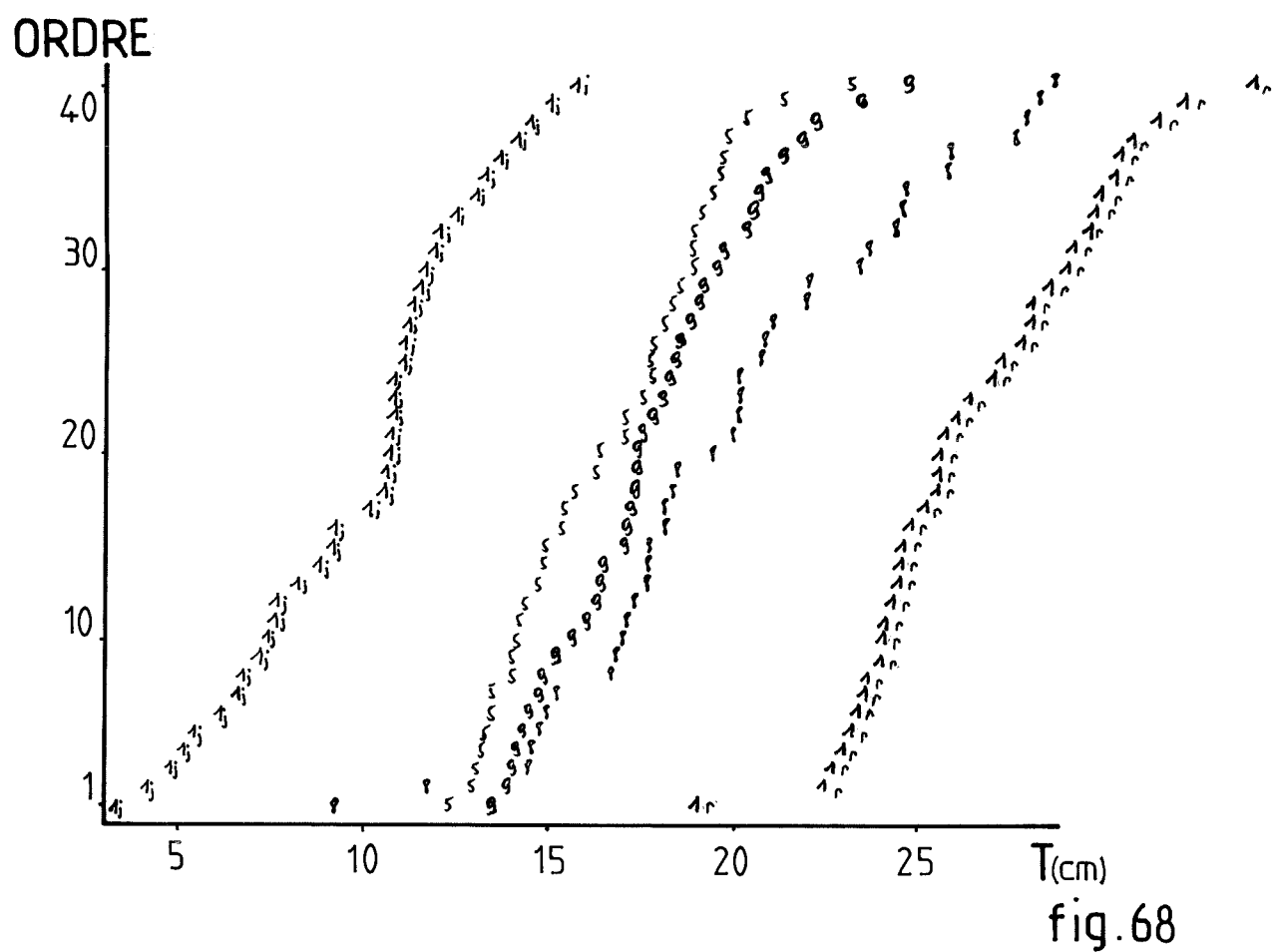
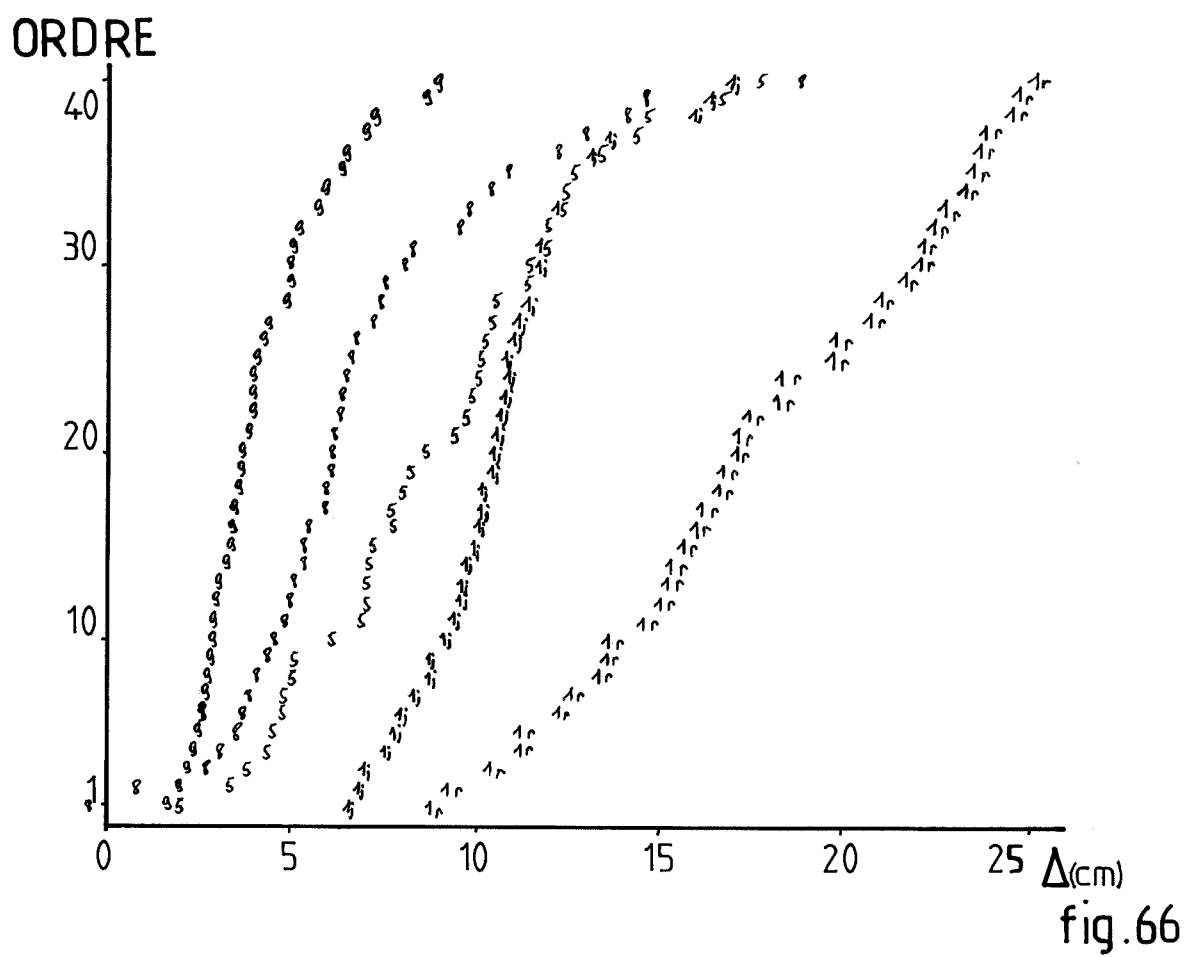


fig.65

-Loreya mespiloïdes-

-Figures 66 et 67 :Tracé des fonctions de répartition de
l'indice d'axialisation (Δ) pour les différents stades
de croissance

-Figures 68 et 69 :Tracé des fonctions de répartition de
l'indice de taille (T) pour les différents stades de
croissance



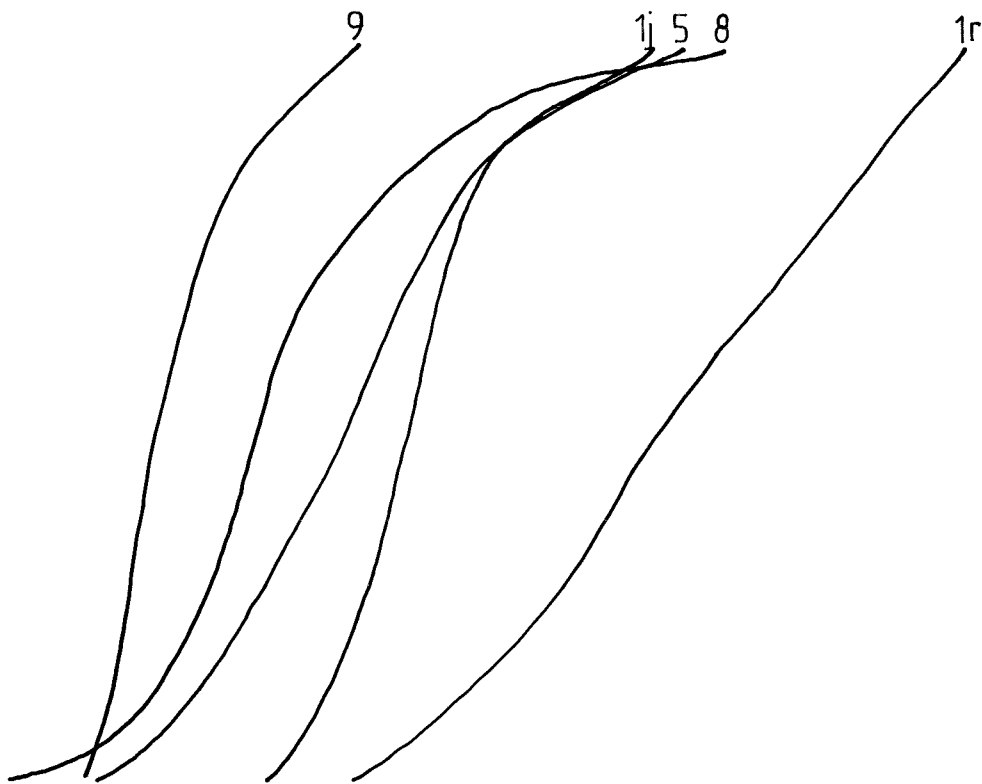


fig. 67

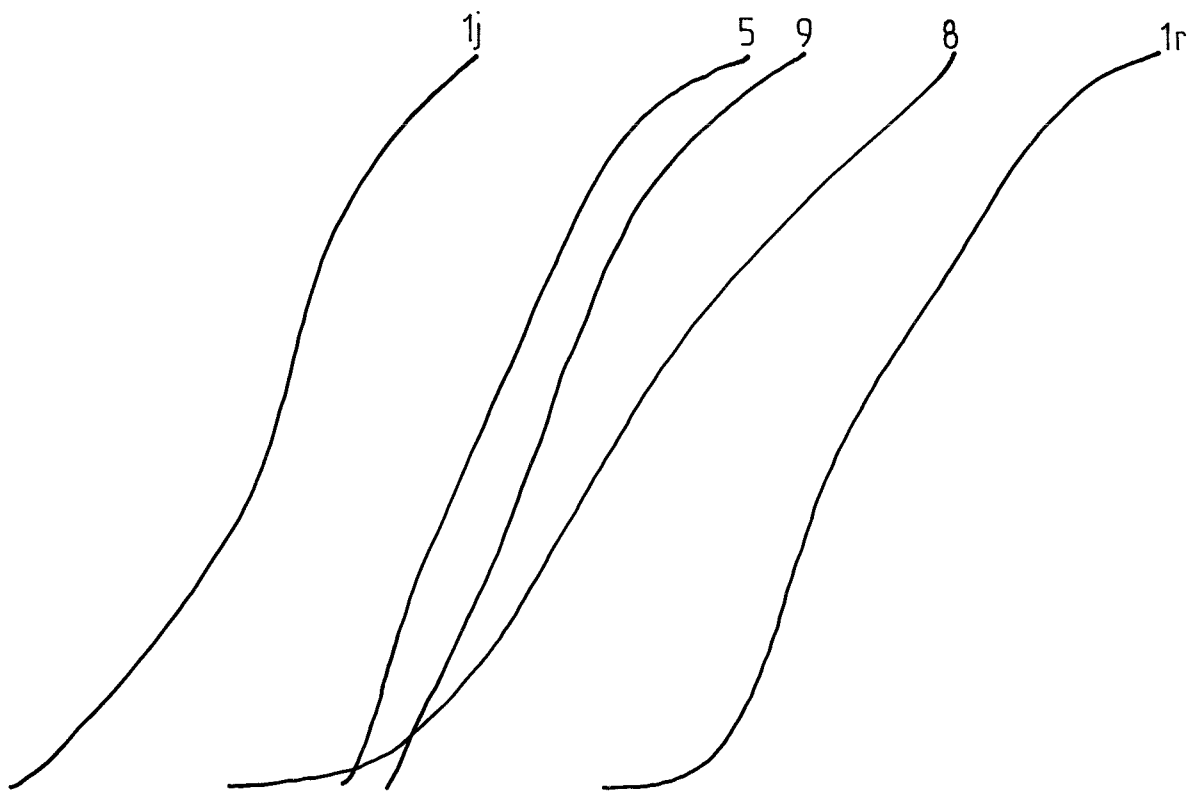


fig. 69

-Loreya mespiloïdes-

Figure 70 : Evolution des indices de taille (T) et

d'axialisation (Δ) en fonction des stades de croissance

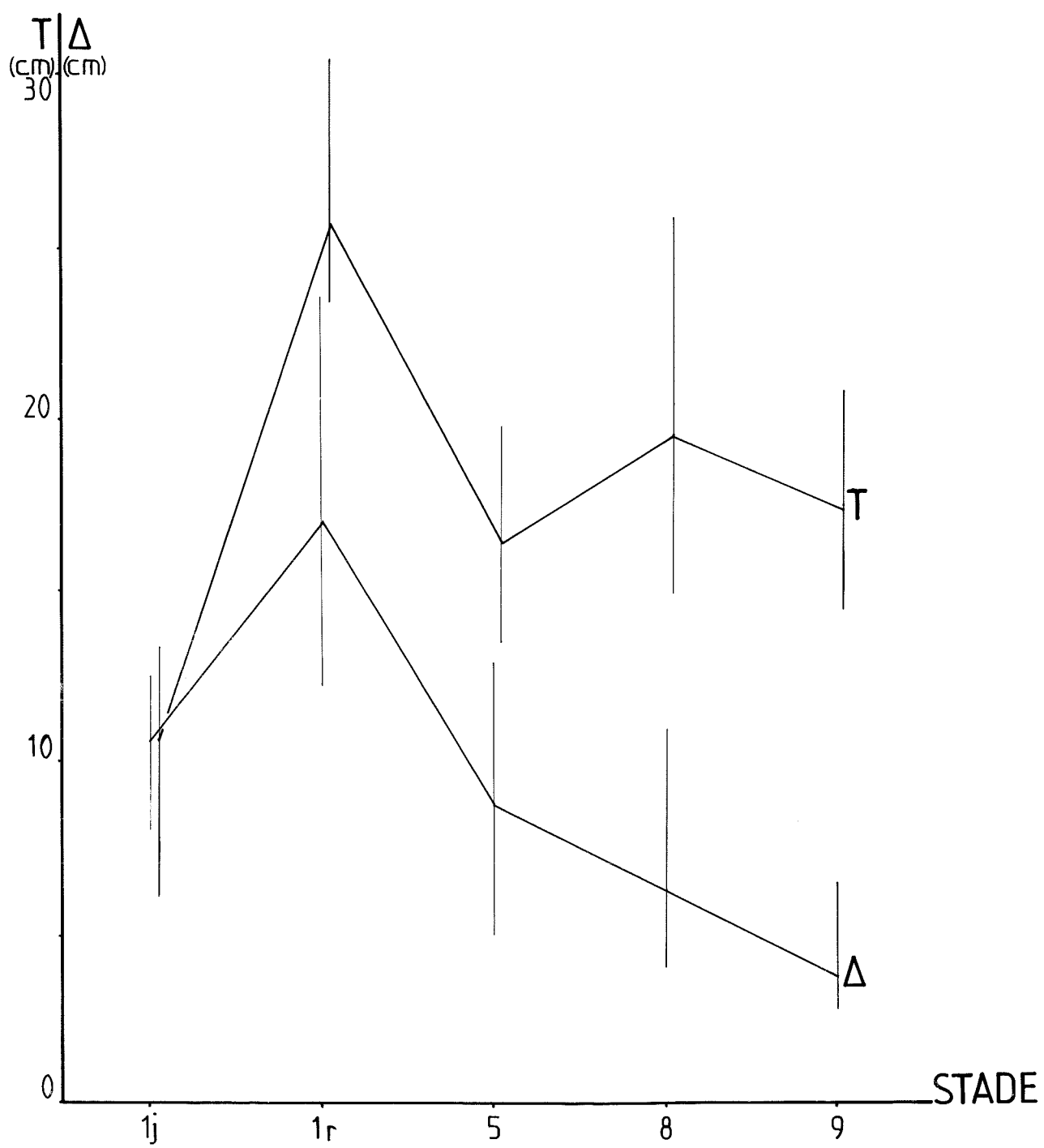


fig. 70

-Loreya mespiloïdes-

"GRAPHE SIGNATURE"

-Figure 71 :Graphe en fil

-Figure 72 :Graphe en ruban

Les pointillés marquent la présence de la
sexualité

Les flèches indiquent le sens de l'évolution
ontogénique

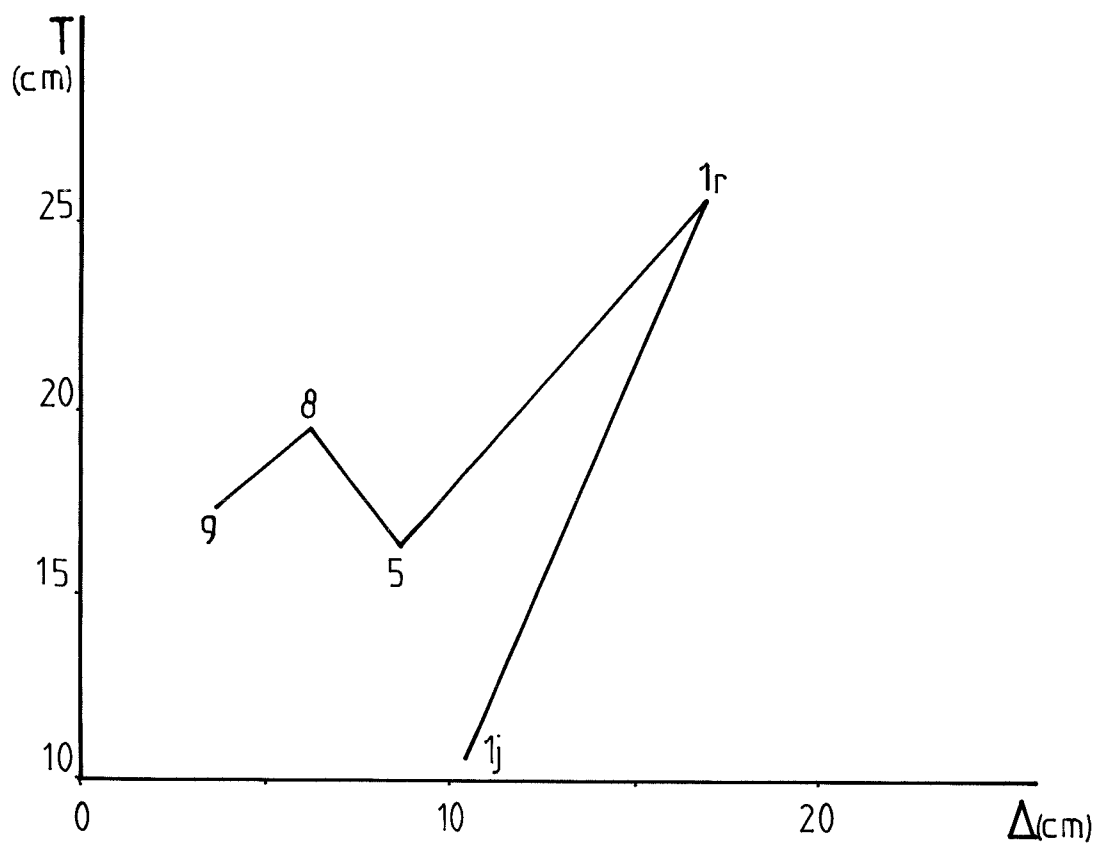


fig.71

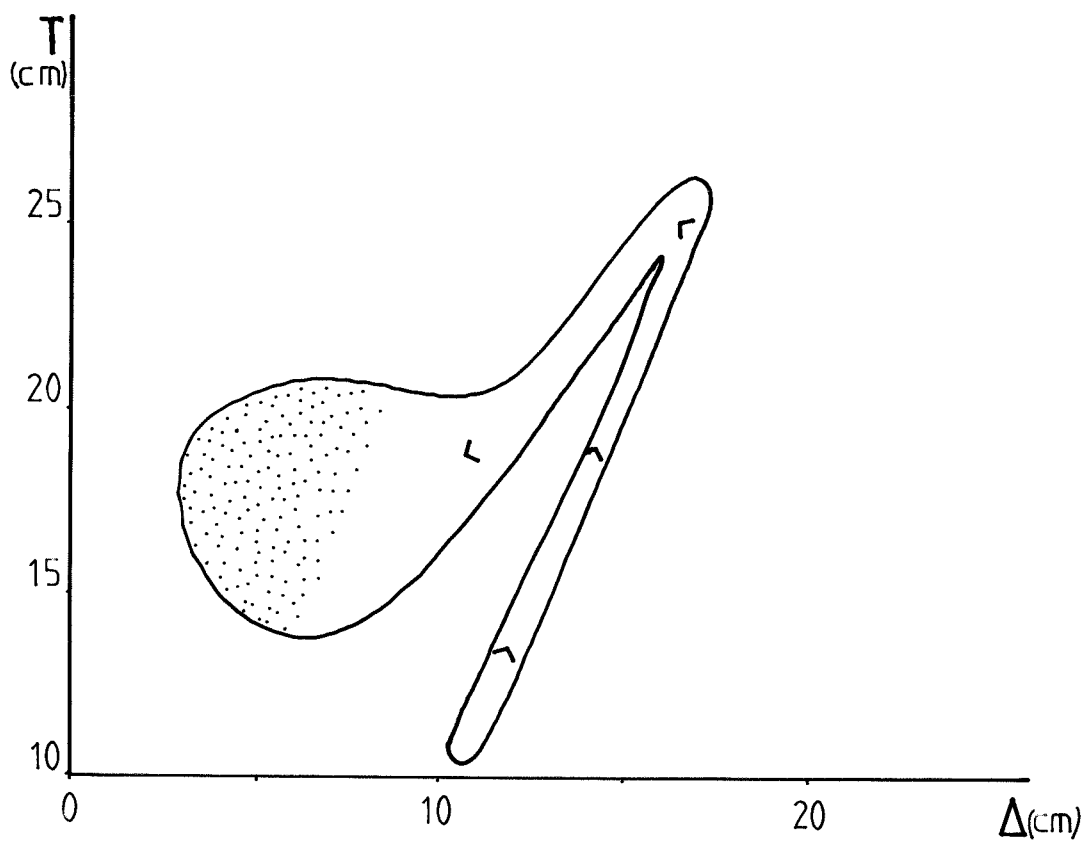


fig.72

II - 5 - 5 - Synthèse

En six semaines d'observation les axes de Loreya mespiloïdes ont eu une croissance très faible ou nulle. Peut-être faut-il voir là un effet de la croissance rythmique. Ceci n'a donc pas permis d'effectuer des mesures de vitesse de croissance fiables.

Les données graphiques ainsi que les observations réalisées sur le terrain permettent de distinguer dans la croissance de cette espèce trois phases distinctes :

- Première phase : c'est l'axe initial en début de croissance. Il est de petite taille et est caractérisé par un indice d'axialisation moyen.
- Deuxième phase : ce même axe s'est développé et ramifié. SF, SSE et LE y ont des valeurs maximales, la taille globale est donc maximale. Cet axe est fortement axialisé.
- Troisième phase : elle englobe les ramifications issues de l'axe principal. Leur taille est moyenne tandis qu'elles sont fortement foliarisées. C'est au cours de cette phase que la floraison apparaît.

On peut donc établir pour Loreya mespiloïdes, le schéma virtuel suivant - Figure 73.

Note : Je n'ai pu effectuer d'échantillonnage complet sur l'axe d'ordre 1 en période de floraison. Mais les résultats partiels obtenus me permettent de penser qu'à ce niveau de croissance, vers 3-3,5 m de hauteur, il est morphologiquement très comparable aux ramifications périphériques.

-Loreya mespiloïdes-

Figure 73:SCHEMA VIRTUEL


-Les échelles de hauteur et de longueur ont été respectées dans la mesure où l'ensemble restait lisible

-La structure en forme de cône renversé à la base des axes rend compte de l'augmentation de leur diamètre primaire parallèle à leur croissance en longueur


-Symboles utilisés:

*  Inflorescence

*  Entre-noeuds

*  Zone d'échantillonnage

* "lj" Notation adoptée pour la zone d'échantillonnage

*  Tissus secondaires

*La valeur prise par les paramètres synthétiques T et Δ est donnée en face des cadres hachurés représentant les zones d'échantillonnage. Suivant les cas ces valeurs de T et Δ peuvent être communes à plusieurs zones d'échantillonnage

Le code suivant a été adopté:

$\Delta \backslash T$	élevé T	moyen T	faible T
élevé Δ	$T\Delta$	$T\Delta$	$T\Delta$
moyen Δ	$T\Delta$	$T\Delta$	$T\Delta$
faible Δ	$T\Delta$	$T\Delta$	$T\Delta$

hauteur (en m.)

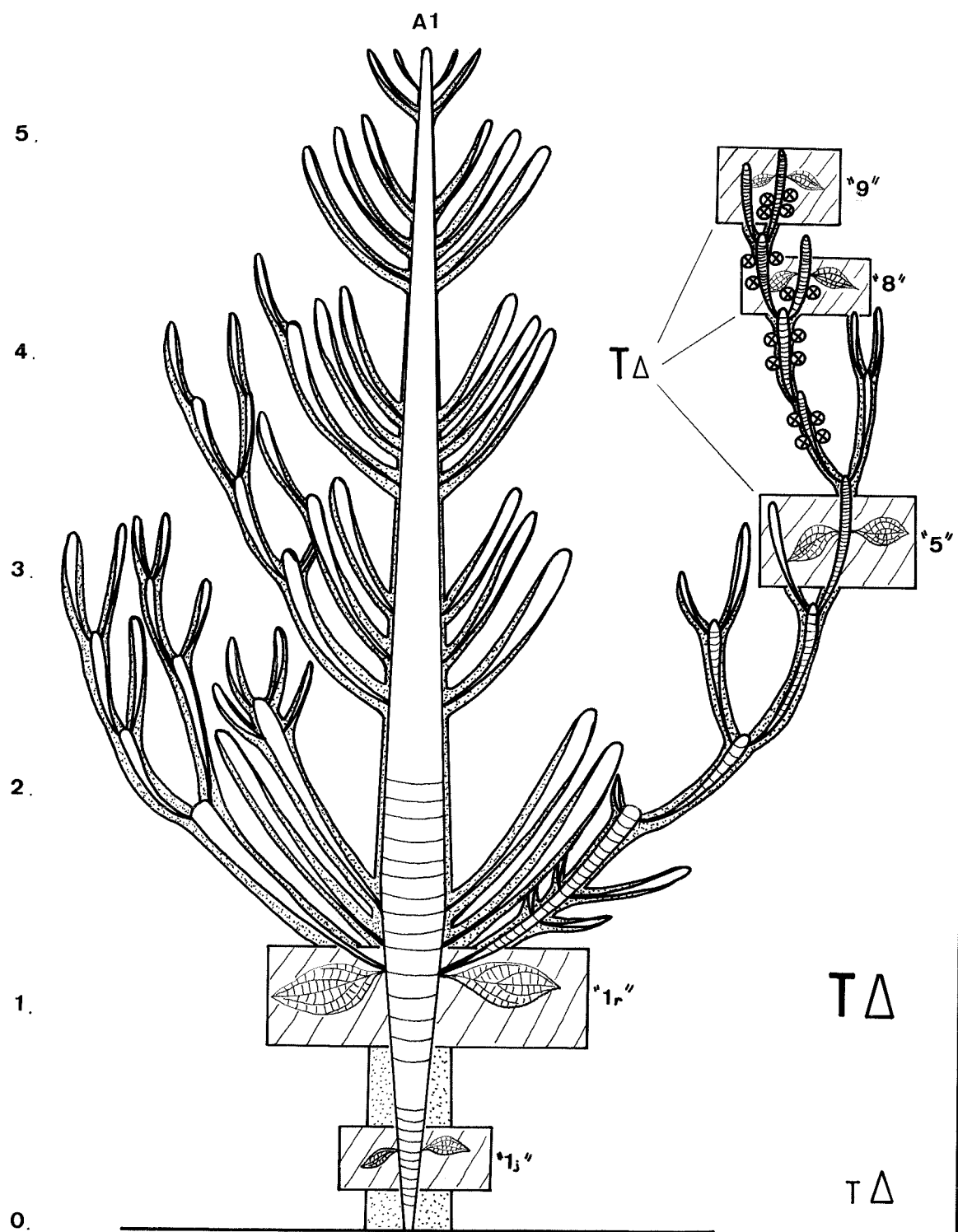


fig.73

Loreya mespiloides (Aubl.) DC



II - 5 - Loreya mespiloides Miq.- MELASTOMACEAE

Herbier : LAURI P.E. n° 181

(Herbier du centre ORSTOM de CAYENNE - GUYANE FRANCAISE)

Sites d'étude : Piste de St Elie et Cacao - GUYANE FRANCAISE

Ce petit arbre cauliflore est caractéristique des jeunes formations secondaires. Il est répandu dans les GUYANES et le Nord du BRESIL.

Les fleurs apparaissent sur les axes lignifiés (d'ordre 1 et ramifications latérales) en dessous des zones feuillées et tendent avec le temps à envahir toutes les branches charpentières et le tronc dans un mouvement basipète. C'est donc un cas de rami- et tronciflorie (SABATIER 1983 - Planche 10-A). Elles sont groupées en faisceaux de 2 à 5 fleurs à l'aisselle des cicatrices foliaires. La floraison se produit de façon groupée et périodique. Elle est précoce (à 4 ans sur ARBOCEL (1) - De FORESTA 1981). Les fruits sont blancs à maturité. Ce sont des baies comestibles contenant de minuscules graines (Planche 10-B).

II - 5 - 1 - Présentation morphologique

La taille de l'arbre adulte dépasse rarement 5-6 m, quoiqu'il ait pu être observé à 10 m (De FORESTA 1981).

Les axes bruns sont recouverts d'un tomentum de même couleur. Les feuilles simples et entières sont opposées-décussées. Elles sont pubescentes sur leur face inférieure. Le bord du limbe est hérissé de fines dents pointues.

(1) Parcelle de 25 hectares de forêt primaire, coupée en 1976, à titre expérimental, dans des conditions simulant celles d'une exploitation papetière.

Il n'y a pas de forme juvénile caractéristique selon les critères utilisés ici.

II - 5 - 2 - Mode de croissance

Les individus étudiés proviennent d'une zone de lisière.

L'axe initial orthotrope, monopodial, peut se ramifier dès 1-1,5 m. Il produit alors de façon rythmique des axes latéraux, d'ordre 2, orthotropes, sympodiaux. Ceux-ci donnent à leur tour des ramifications de 3ème ordre présentant les mêmes caractéristiques et ainsi de suite.

Les éléments déterminants l'architecture sont donc en résumé :

- Axe initial et principal monopodial et orthotrope.
- Ramifications latérales émises de façon rythmique. Elles sont orthotropes et à croissance sympodiale.

Ceci rattache donc Loreya mespiloïdes au modèle de SCARRONE.

II - 5 - 3 - Zones d'échantillonnage.

Le fait de travailler sur une espèce cauliflore a posé un problème d'échantillonnage particulier.

Il m'a semblé que la floraison n'apparaissait qu'à partir d'une certaine hauteur de l'arbre, au minimum 2 m, correspondant très probablement à l'âge de floraison cité par De FORESTA 1981.

Par ailleurs elle concerne davantage un groupe d'axes qu'un axe seul. En d'autres termes il semble que ce soit un "état général" des axes feuillés qui permette la floraison. Celle-ci, une fois apparue en

dessous des dernières feuilles s'étend graduellement au rythme des vagues de floraison sur les axes indurés, jusqu'à envahir le tronc lui-même.

J'ai cherché par conséquent à déterminer sur le terrain la taille maximale de l'arbre n'ayant pas encore fleuri et celle de l'arbre venant de fleurir pour la première fois.

J'ai ainsi déterminé, a priori, 5 zones de prélèvement :

- 1) L'axe principal entre 0,1 et 0,4 m. C'est l'axe d'ordre 1 jeune.
notation : "1j".
- 2) Ce même axe entre 0,5 et 1,5 m, ramifié.
notation : "1r".
- 3) Les axes latéraux ultimes de numéro d'ordre égal à 5, sur un individu de 2 m, avant que la floraison n'apparaisse.
notation : "5".
- 4) Les axes latéraux ultimes de numéro d'ordre 8, sur un individu de 3 m venant de fleurir pour la première fois.
notation : "8".
- 5) Les axes ultimes de numéro d'ordre égal à 9 sur un arbre de 5 m.
notation : "9".

-Loreya mespiloïdes-

PLANCHE 10-A :Rami- et tronciflorie

PLANCHE 10-B :Baies comestibles



II - 5 - 4 - Présentation graphique des résultats

Les Figures 61, 62 et 63 permettent de distinguer l'évolution de SF et SSE d'une part et celle de LE d'autre part.

Pour les deux premiers paramètres, "lj" correspond aux valeurs minimales, "lr" aux valeurs maximales, tandis que les stades 5, 8 et 9 se stabilisent autour de valeurs moyennes.

La longueur de l'entre-noeud (LE) quant à elle prend sa valeur minimale en "lj", "5", "8" et "9". C'est en "lr" que LE est maximum.

On retrouve donc bien pour ces trois paramètres une courbe en cloche avec un sommet en "lr".

Les Figures 64 et 65 distinguent nettement par s et v les stades lj et lr, tandis que "5", "8" et "9" sont en position intermédiaire entre ces deux extrêmes.

Les Figures 66 - 67 indiquent la variation suivante de Δ pour les 5 stades : "lr" correspond aux plus hautes valeurs (il est disjoint de "lj" qui lui est le plus proche, à 70 %). Les stades lj et 5 sont assez proches et se recouvrent à 80 %. "8" et "9" s'éloignent ensuite davantage vers des valeurs plus faibles : ils sont disjoints de "5" respectivement à 35 % et 60 %.

Les fonctions de répartition des Figures 68-69 montrent pour T l'évolution déjà notée sur les Figures 64-65 : "lj" et "lr" ont des valeurs extrêmes et opposées, tandis que "5", "8" et "9" forment un groupe intermédiaire et distinct. Le stade 8 est disjoint à 55 % de "lr" tandis que "5" est disjoint de "lj" à 75 %.

La Figure 70 résume ces évolutions : on remarque bien que si

les ramifications d'ordre 5, 8 et 9 ont une taille moyenne (entre "lj" et "lr") elles sont par contre fortement foliarisées.

Le "graphe signature" des Figures 71 et 72 montre pour Loreya mespiloides une boucle relativement ouverte.

-Loreya mespiloïdes-

-Figure 61 :Variation de la surface foliaire(SF)en
fonction du stade de croissance

-Figure 62 :Variation de la surface de la section de
l'entre-noeud(SSE)en fonction du stade de croissance

-Figure 63 :Variation de la longueur de l'entre-noeud
(LE)en fonction du stade de croissance

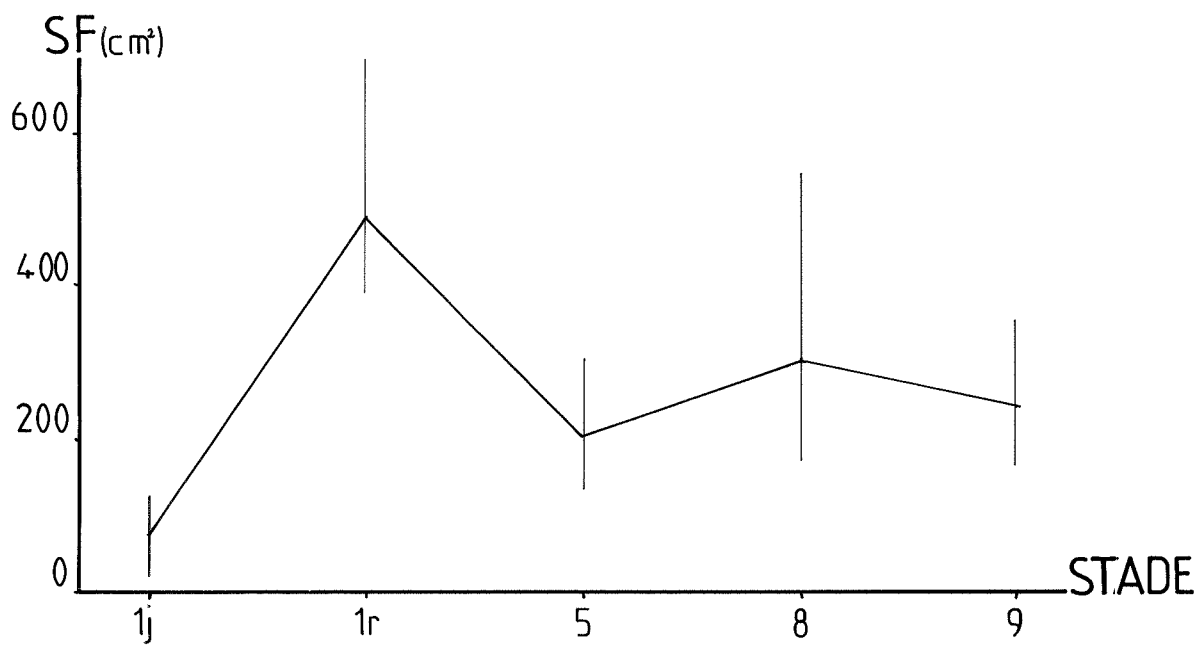


fig. 61

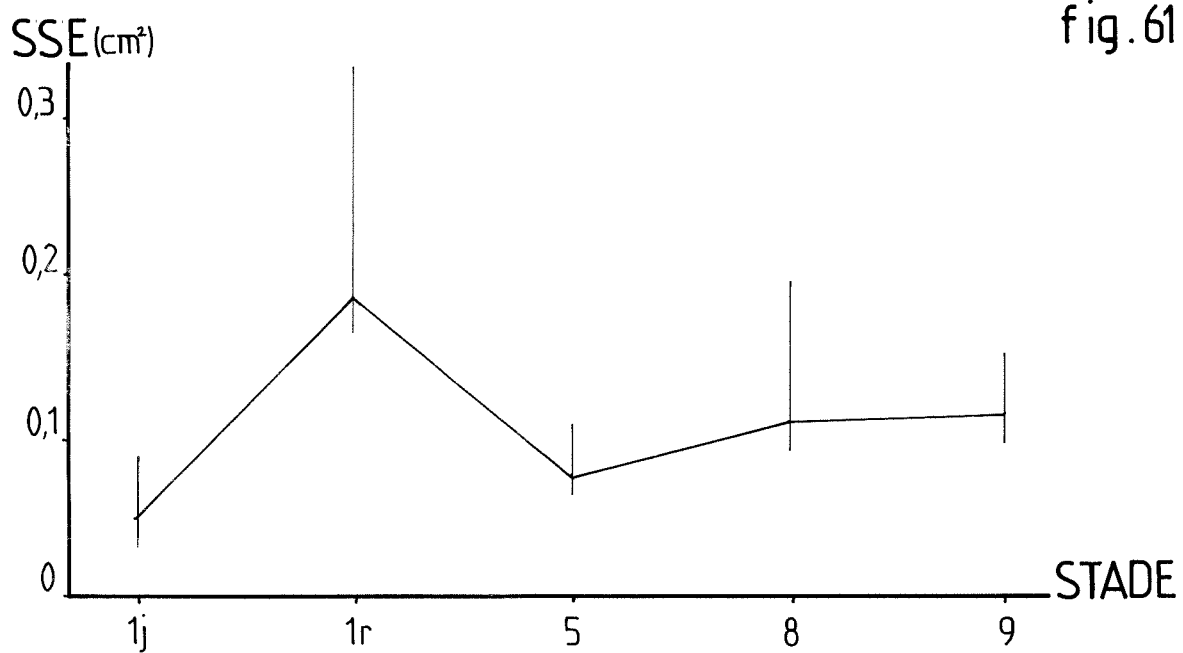


fig. 62

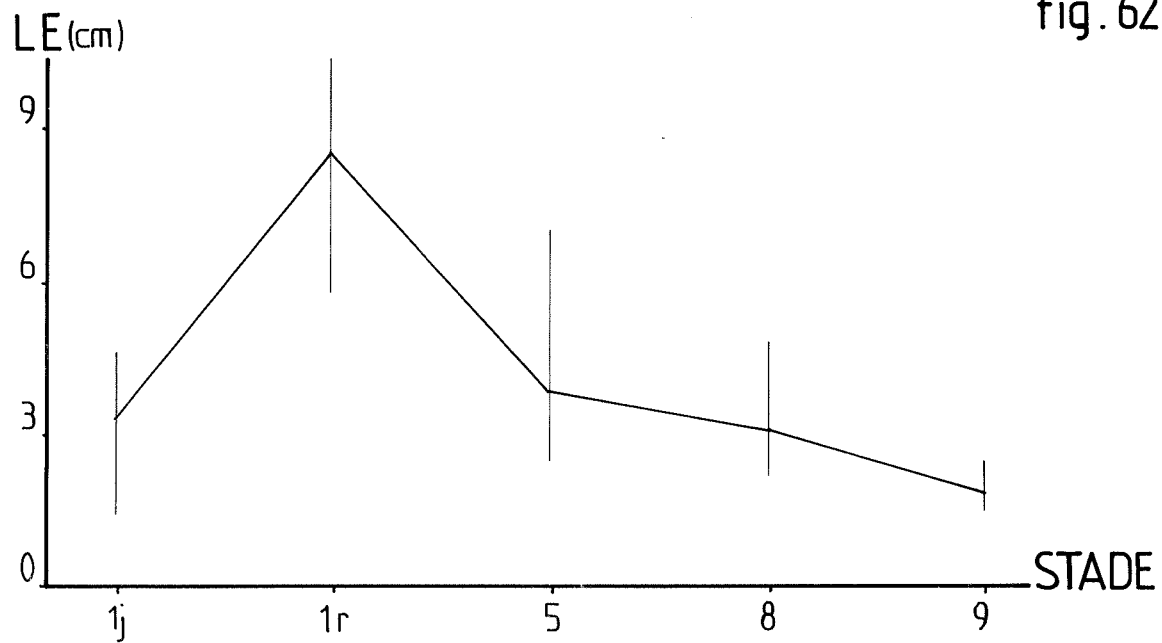


fig. 63

-Loreya mespiloïdes-

-Figures 64 et 65 :Dessin des nuages de points et des
"patates" correspondant aux différents stades de
croissance.

Chaque niveau foliaire est représenté par la notation
adoptée pour les différentes zones d'échantillonnage

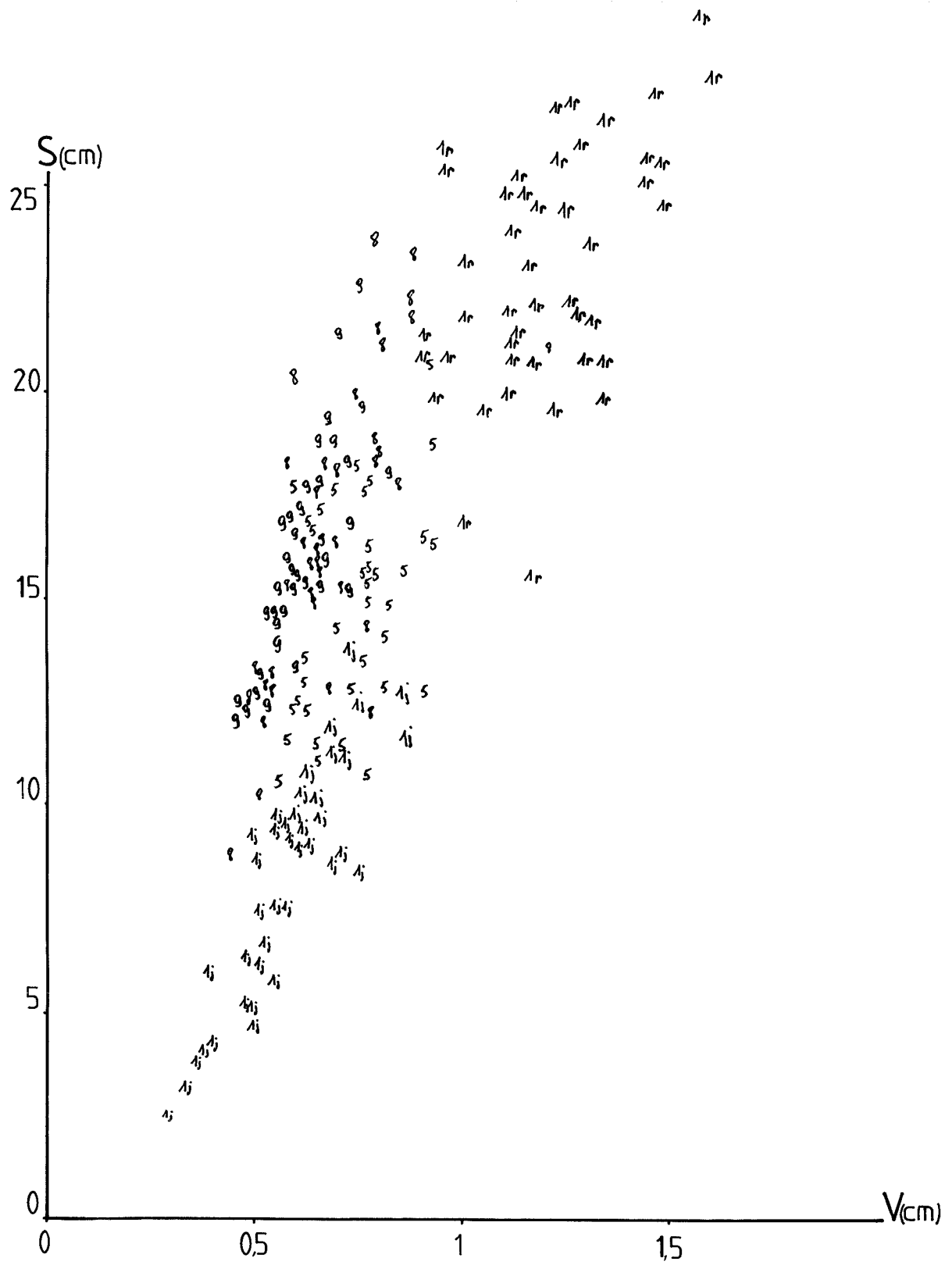


fig.64

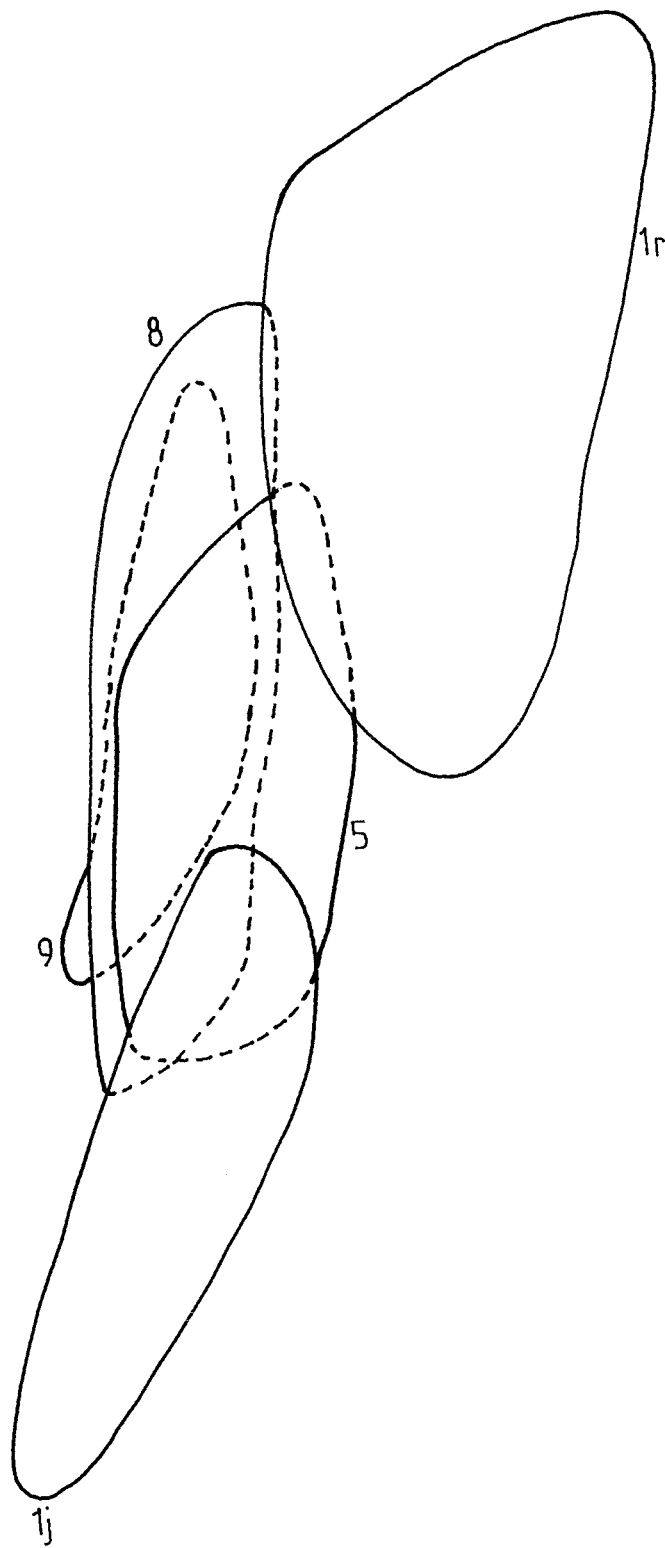
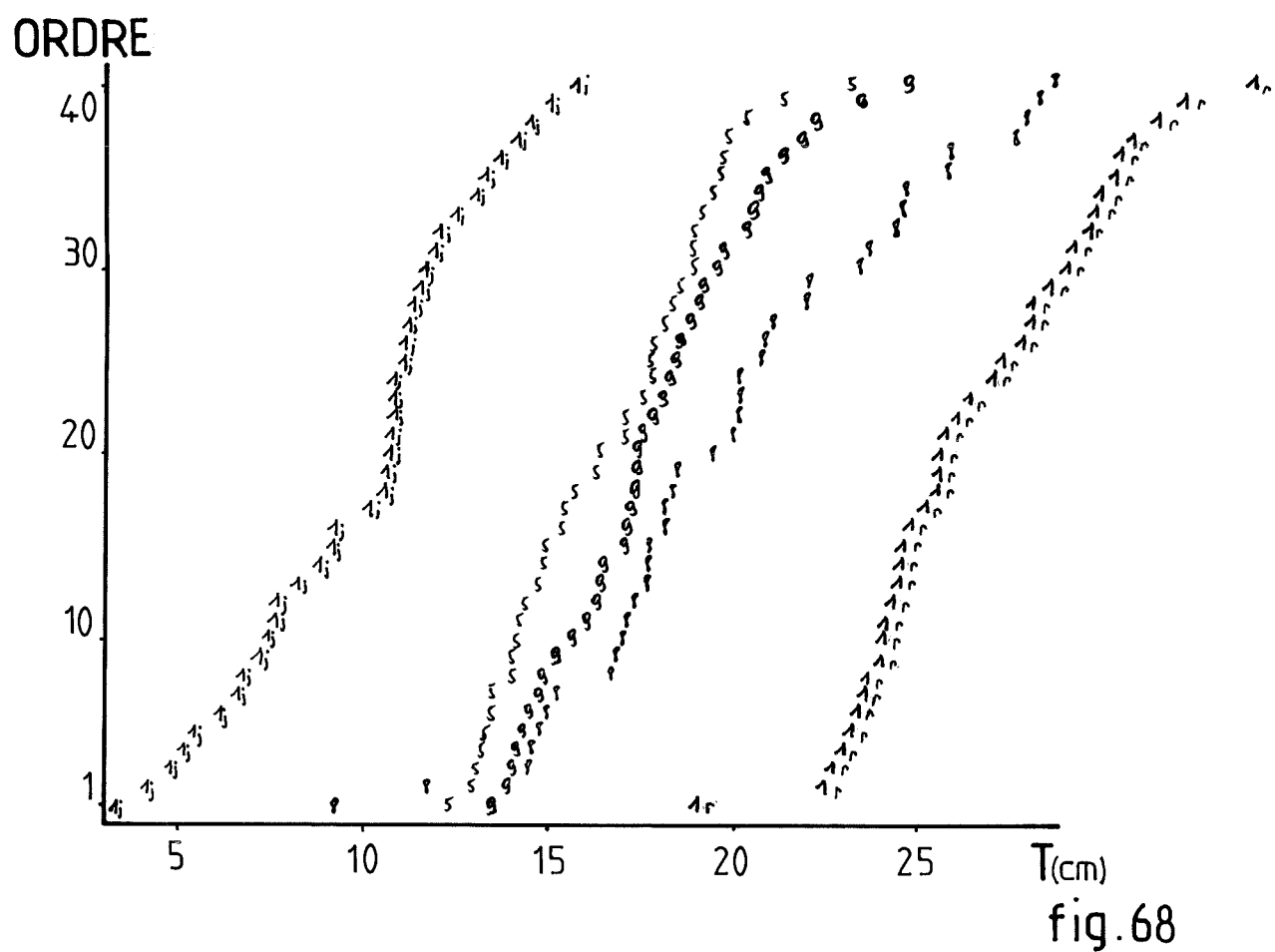
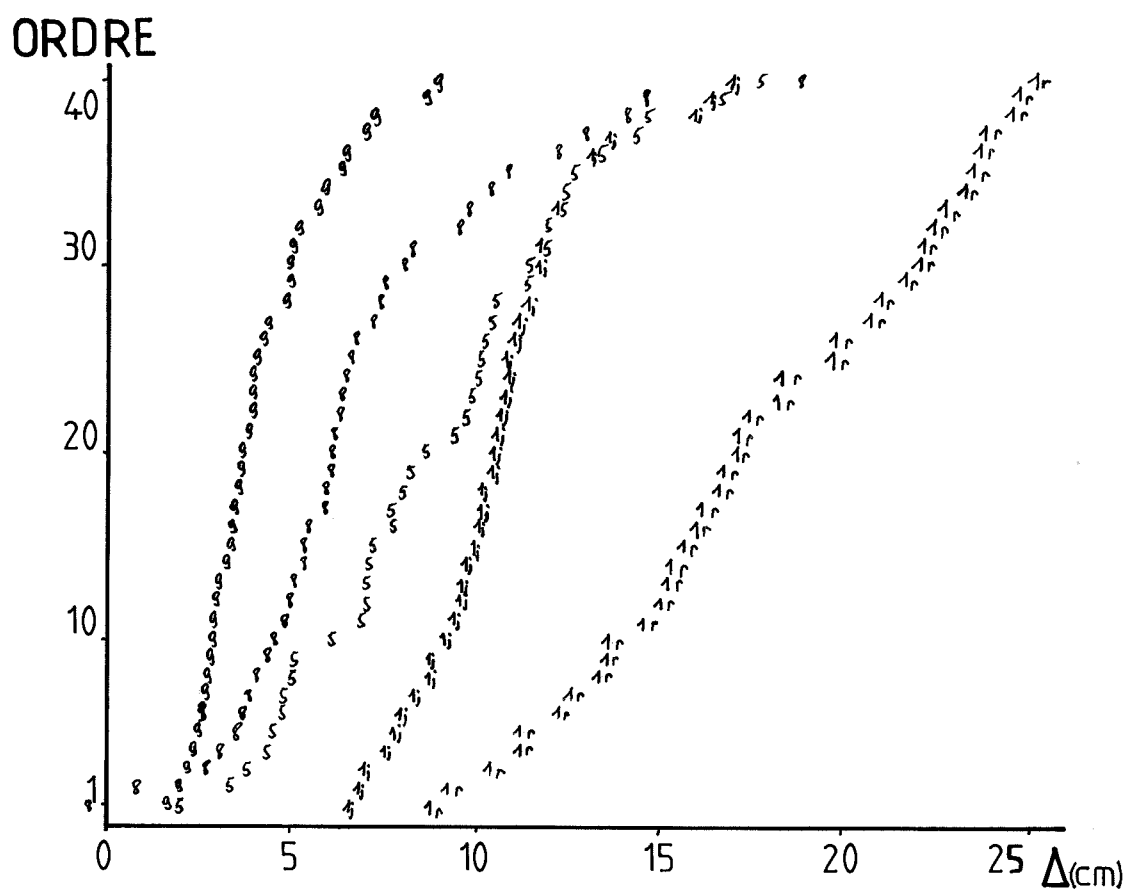


fig.65

-Loreya mespiloïdes-

-Figures 66 et 67 :Tracé des fonctions de répartition de
l'indice d'axialisation (Δ) pour les différents stades
de croissance

-Figures 68 et 69 :Tracé des fonctions de répartition de
l'indice de taille (T) pour les différents stades de
croissance



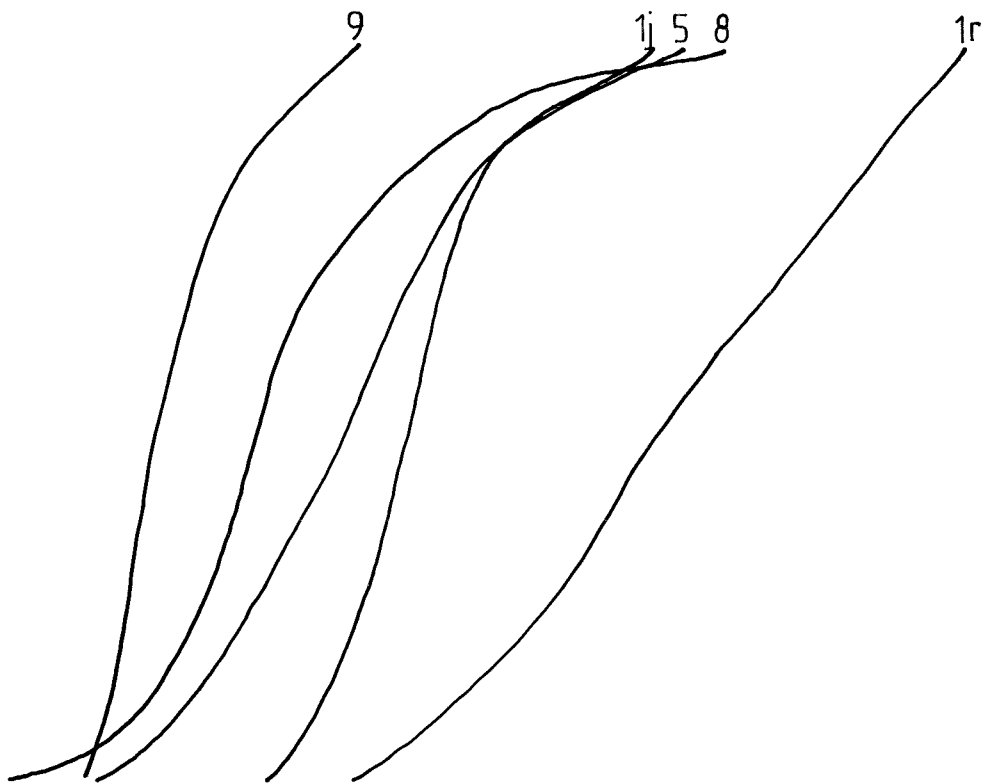


fig. 67

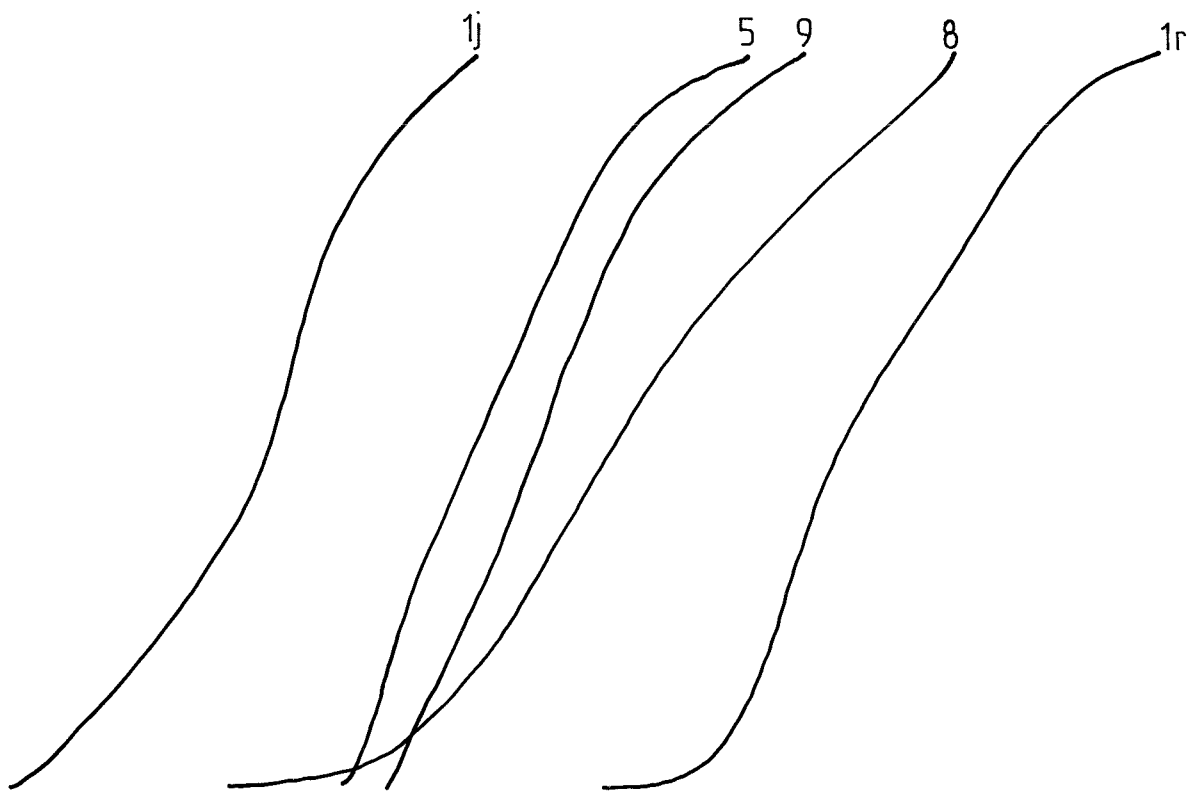


fig. 69

-Loreya mespiloïdes-

Figure 70 : Evolution des indices de taille (T) et

d'axialisation (Δ) en fonction des stades de croissance

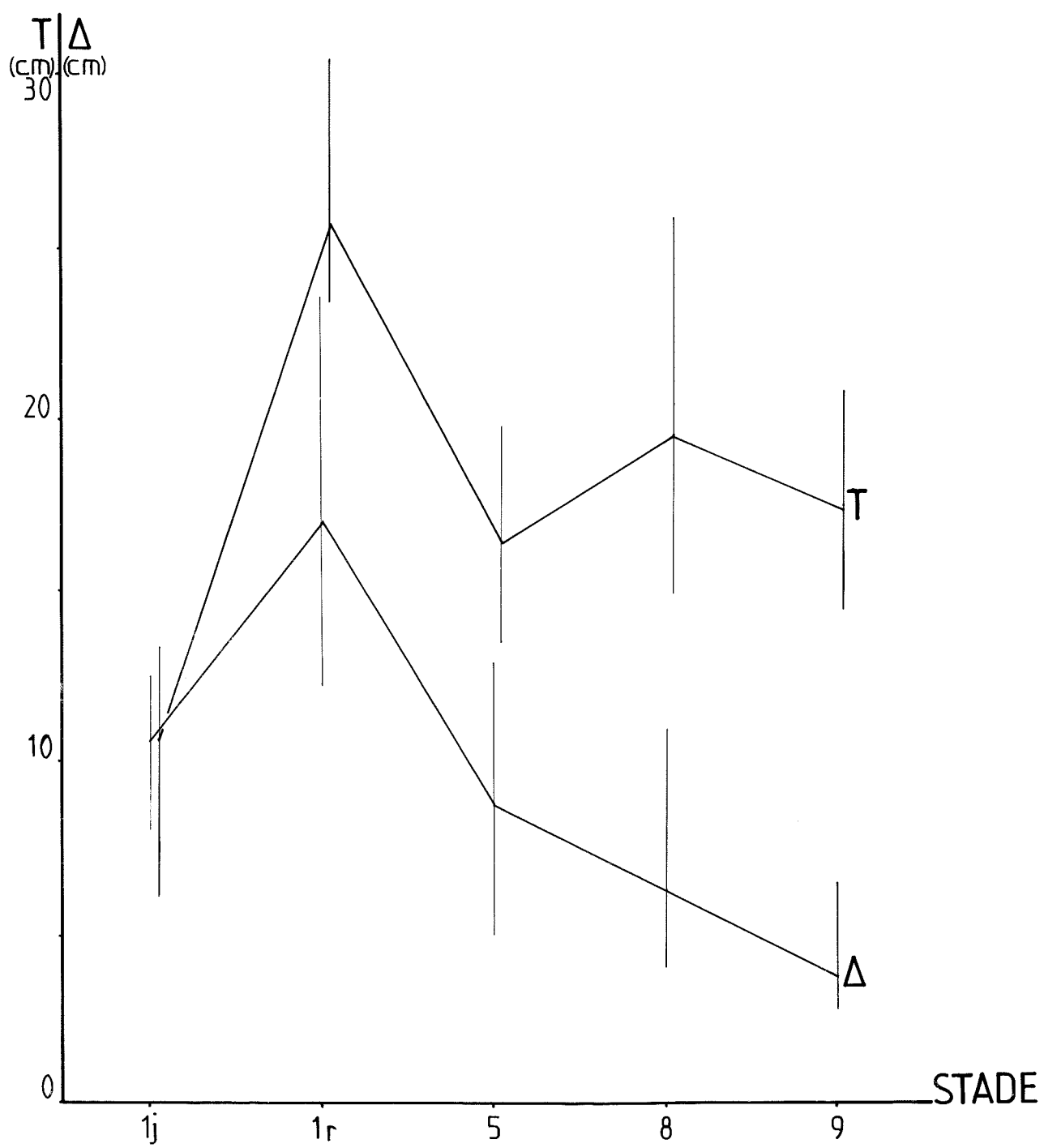


fig. 70

-Loreya mespiloïdes-

"GRAPHE SIGNATURE"

-Figure 71 :Graphe en fil

-Figure 72 :Graphe en ruban

Les pointillés marquent la présence de la
sexualité

Les flèches indiquent le sens de l'évolution
ontogénique

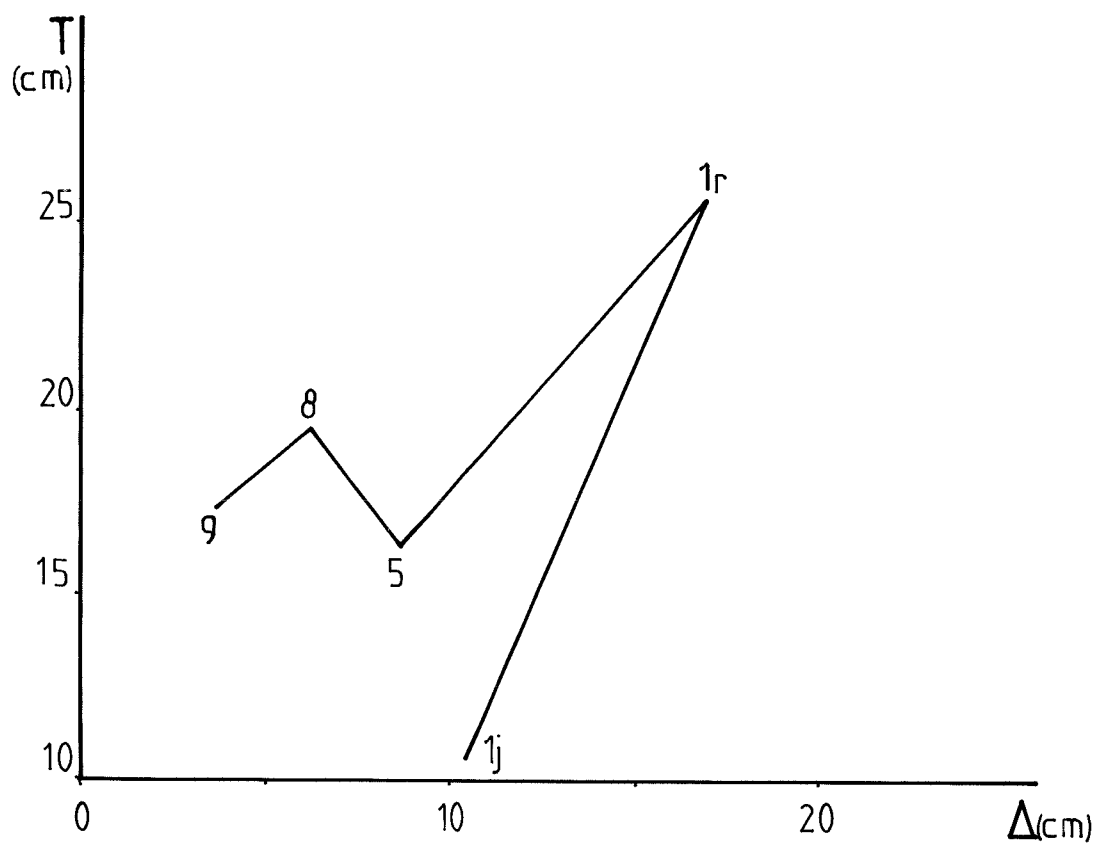


fig.71

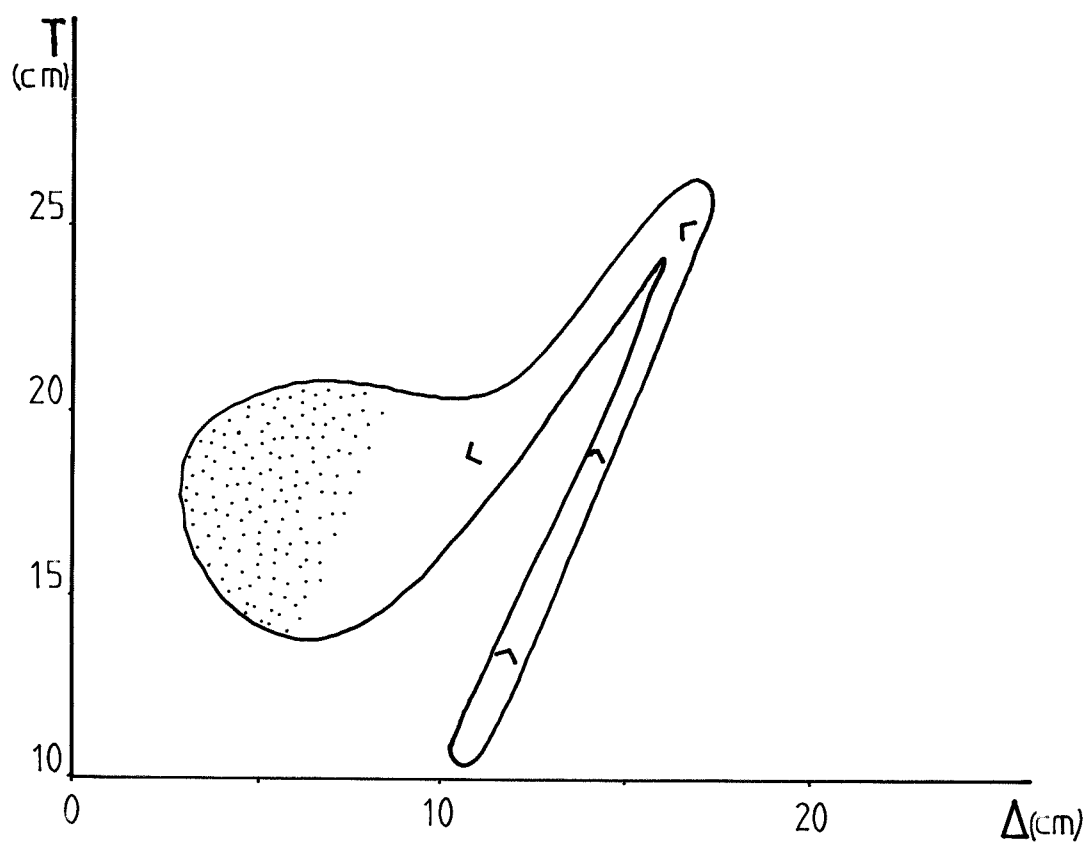


fig.72

II - 5 - 5 - Synthèse

En six semaines d'observation les axes de Loreya mespiloïdes ont eu une croissance très faible ou nulle. Peut-être faut-il voir là un effet de la croissance rythmique. Ceci n'a donc pas permis d'effectuer des mesures de vitesse de croissance fiables.

Les données graphiques ainsi que les observations réalisées sur le terrain permettent de distinguer dans la croissance de cette espèce trois phases distinctes :

- Première phase : c'est l'axe initial en début de croissance. Il est de petite taille et est caractérisé par un indice d'axialisation moyen.
- Deuxième phase : ce même axe s'est développé et ramifié. SF, SSE et LE y ont des valeurs maximales, la taille globale est donc maximale. Cet axe est fortement axialisé.
- Troisième phase : elle englobe les ramifications issues de l'axe principal. Leur taille est moyenne tandis qu'elles sont fortement foliarisées. C'est au cours de cette phase que la floraison apparaît.

On peut donc établir pour Loreya mespiloïdes, le schéma virtuel suivant - Figure 73.

Note : Je n'ai pu effectuer d'échantillonnage complet sur l'axe d'ordre 1 en période de floraison. Mais les résultats partiels obtenus me permettent de penser qu'à ce niveau de croissance, vers 3-3,5 m de hauteur, il est morphologiquement très comparable aux ramifications périphériques.

-Loreya mespiloïdes-

Figure 73:SCHEMA VIRTUEL


-Les échelles de hauteur et de longueur ont été respectées dans la mesure où l'ensemble restait lisible

-La structure en forme de cône renversé à la base des axes rend compte de l'augmentation de leur diamètre primaire parallèle à leur croissance en longueur

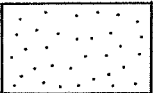
-Symboles utilisés:

*  Inflorescence

*  Entre-noeuds

*  Zone d'échantillonnage

* "lj" Notation adoptée pour la zone
d'échantillonnage

*  Tissus secondaires

*La valeur prise par les paramètres synthétiques T et Δ est donnée en face des cadres hachurés représentant les zones d'échantillonnage. Suivant les cas ces valeurs de T et Δ peuvent être communes à plusieurs zones d'échantillonnage

Le code suivant a été adopté:

$\Delta \backslash T$	élevé T	moyen T	faible T
élevé Δ	$T\Delta$	$T\Delta$	$T\Delta$
moyen Δ	$T\Delta$	$T\Delta$	$T\Delta$
faible Δ	$T\Delta$	$T\Delta$	$T\Delta$

hauteur (en m.)

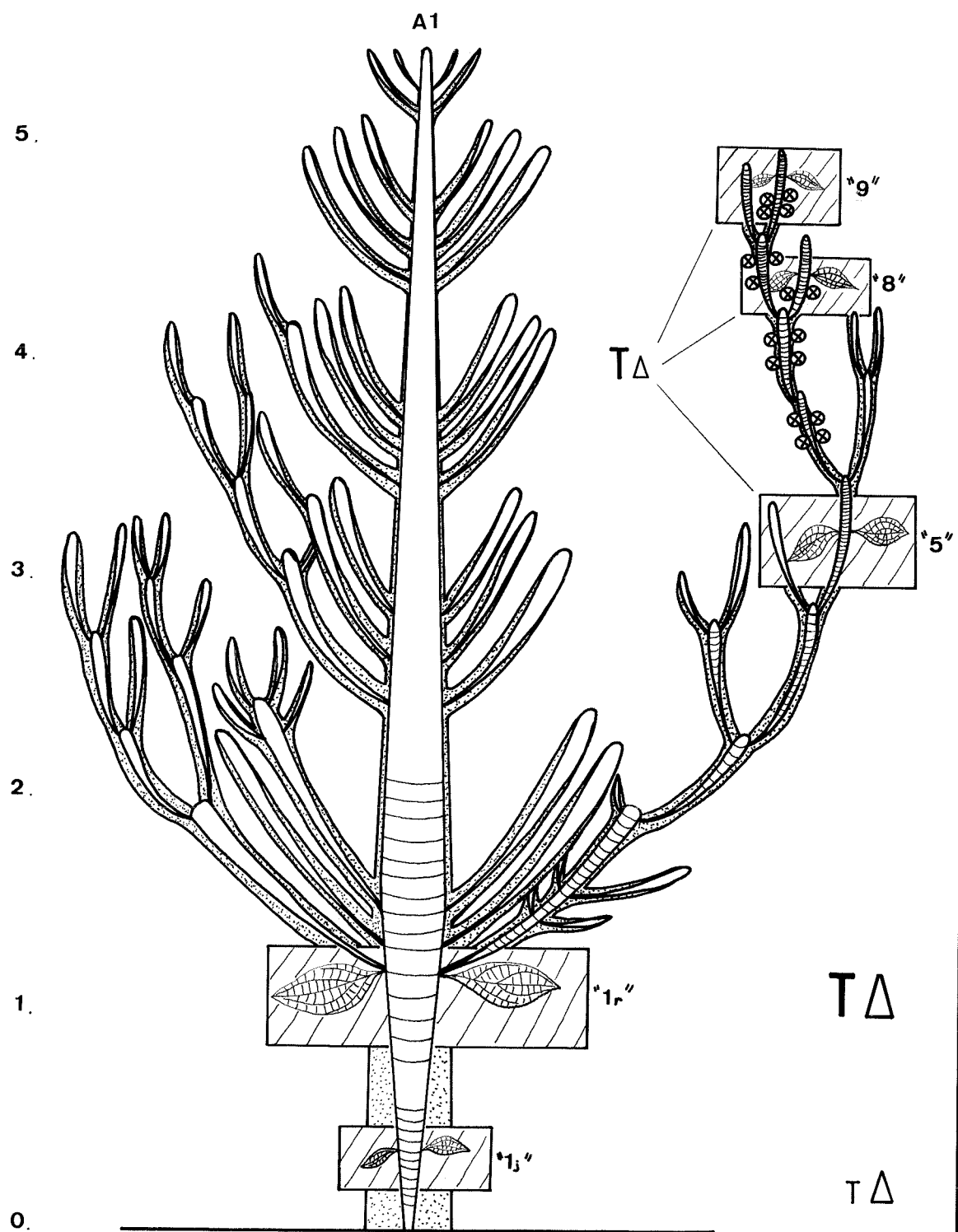


fig.73

Miconia alata (Aubl.) DC



II - 6 - Miconia alata (Aubl.) Dc.- MELASTOMACEAE

Herbier : LAURI P.E. n° 186

(Herbier du centre ORSTOM de CAYENNE - GUYANE FRANCAISE)

Site d'étude : Piste de St Elie - GUYANE FRANCAISE

Cette espèce répandue de TRINIDAD au BRESIL est rare sur la piste de St Elie. Elle ne semble pas être typiquement une espèce de formation secondaire (PREVOST, communication personnelle), bien qu'elle ait été trouvée en lisière, mélangée à des espèces colonisatrices caractéristiques.

Elle est aisément identifiable grâce à ses infrutescences en panicule de cymes, de 0,1 à 0,15 m de long, à axe jaune-vert et à fruits rouges.

H - 6 - 1 - Présentation morphologique

Adulte, ce petit arbre dépasse rarement 3,5 m. Les axes à bois très dur possèdent, quand ils sont jeunes, quatre ailes membraneuses vert clair, pubescentes.

En vieillissant, ces ailes sèchent et se desquament, laissant ainsi l'axe nu, de couleur brune, cannelé sur ses quatre faces (Planche 11-A). Les feuilles opposées-décussées sont pubescentes sur leur deux faces, davantage sur la face inférieure. Les nervures sont saillantes.

Il n'y a pas de forme juvénile caractéristique selon les critères utilisés ici.

II - 6 - 2 - Mode de croissance

Les individus étudiés ici proviennent d'une zone de lisière. L'axe initial, orthotrope à croissance monopodiale se développe jusqu'à 1 -

1,5 m avant de produire deux ramifications.

Par la suite ces axes 2 sont émis de façon diffuse par l'axe d'ordre 1.

Chacune de ces ramifications va donner un ou deux niveaux de ramifications de troisième ordre avant de former une inflorescence en position terminale (Planche 11-B).

Les ramifications de troisième et de quatrième ordre fleurissent quant à elles dès la mise en place du premier niveau de ramification.

Très souvent, vers 2,5-3 m, l'axe principal fleurit lui-même en position terminale en produisant deux axes latéraux.

Les caractéristiques décrivant l'architecture sont donc en résumé :

- Axe A1 orthotrope, à croissance monopodiale.
- Ramifications d'ordre 2 diffuses sur l'axe principal, sympodiales, orthotropes.

Les ramifications d'ordre 3, 4 etc... sont également des sympodes orthotropes.

La floraison est terminale.

Ces éléments nous permettent donc d'affecter Miconia alata au modèle de STONE (1).

II - 6 - 3 - Zones d'échantillonnage

5 étapes de croissance ont été échantillonnées.

(1) La floraison apicale sur l'axe 1 semble être un phénomène très fréquent dans le modèle de STONE.

1) L'axe principal entre 0,03 et 0,1 m. C'est l'axe d'ordre 1 jeune.

Notation : "1j".

2) L'axe principal développé avant ramification entre 0,8 et 1,2m.

notation : "1a".

3) L'axe principal en zone de ramification entre 1 et 2,5 m.

notation : "1r".

4) Les premiers axes latéraux avant floraison.

notation : "2".

5) Les axes d'ordre 4, florifères dès le premier niveau de ramification

notation : "4".

-Miconia alata-

PLANCHE 11-A :Axe induré et cannelé(A i c) sur ses

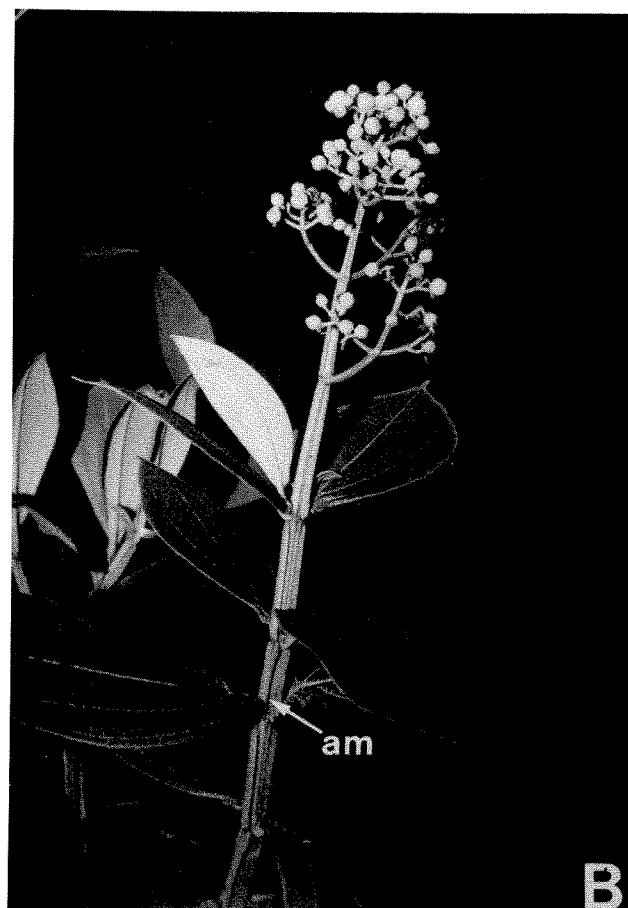
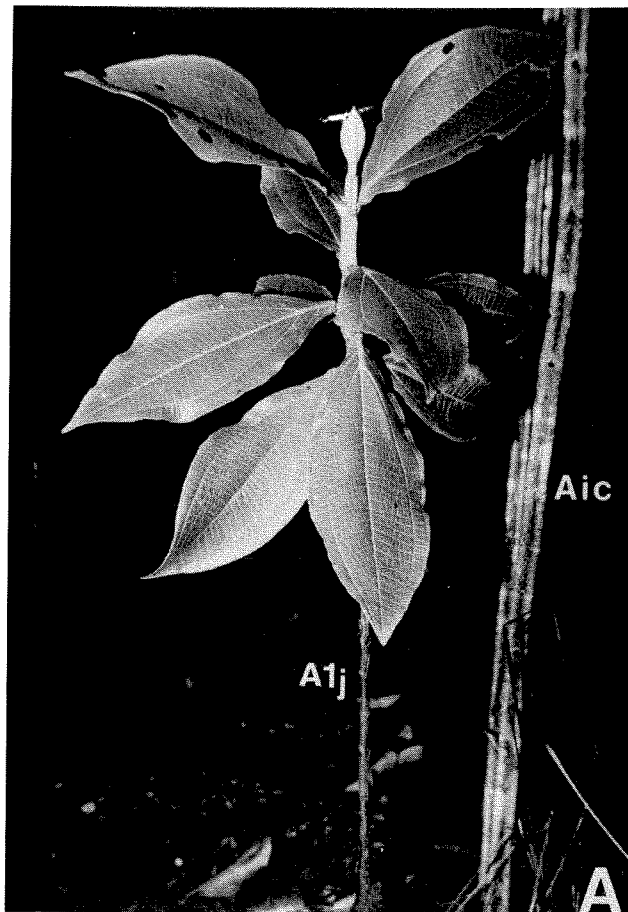
quatre faces après desquamation des ailes membraneuses

Axe d'ordre un jeune(A1₁)

PLANCHE 11-B :Inflorescence terminale

On note la présence d'ailes membraneuses

sur l'axe porteur(a m)



II - 6 - 4 - Présentation graphique des résultats

Les Figures 74, 75 et 76 permettent de distinguer l'évolution de SF et SSE d'une part, et celle de LE d'autre part. SF, SSE et LE présentent des valeurs minimales en "lj", puis passant par "la" deviennent maximales en "lr".

Mais c'est au niveau des stades 2 et 4 que l'évolution diffère : SF et SSE y atteignent en effet une valeur moyenne, tandis que LE se maintient à un niveau proche de celui de "lr" décrivant ainsi un plateau.

Le graphe s-v des Figures 77 et 78 montre bien la forte progression de ces deux variables de "lj" vers "lr", puis leur diminution vers des valeurs intermédiaires en "2" et "4".

Les fonctions de répartition de Δ et T (Figures 79 - 80 et 81 - 82) permettent de distinguer clairement les faibles valeurs de "lj", les fortes valeurs de "lr" et les valeurs moyennes de "la".

Les stades 2 et 4 sont confondus à 95 % (pour Δ et T) et se situent entre "la" et "lr".

Ceci est résumé dans la Figure 83.

Le "graphe signature" des Figures 84 et 85 montre une évolution en boucle très fermée.

-Miconia alata-

-Figure 74 :Variation de la surface foliaire(SF)en
fonction du stade de croissance

-Figure 75 :Variation de la surface de la section de
l'entre-noeud(SSE)en fonction du stade de croissance

-Figure 76 :Variation de la longueur de l'entre-noeud
(LE)en fonction du stade de croissance

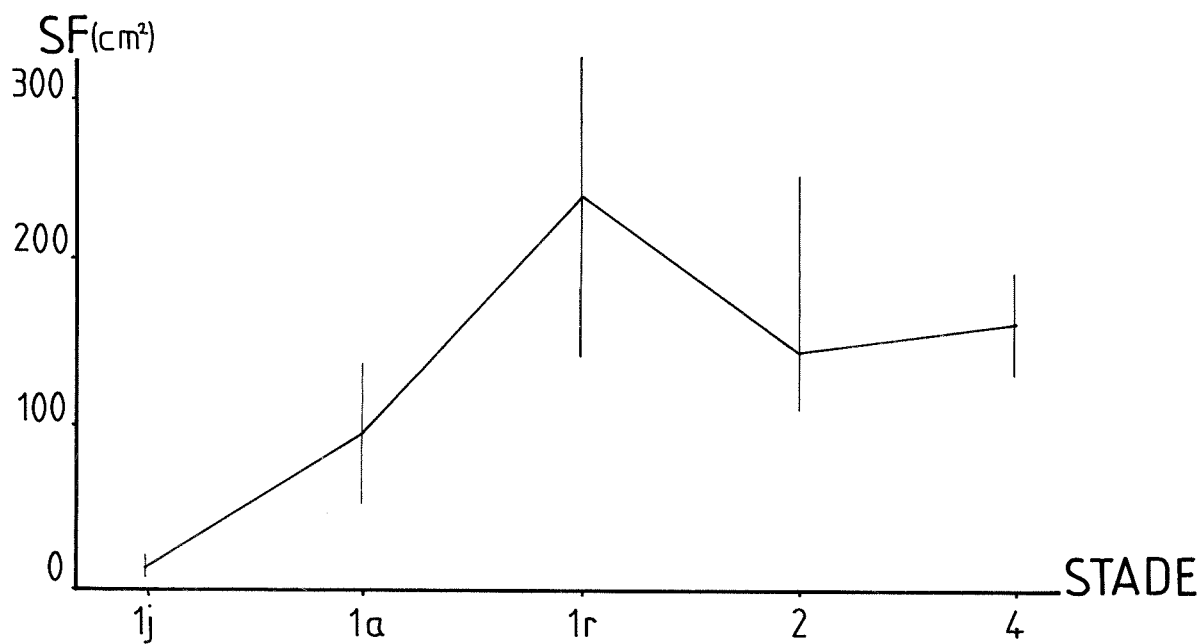


fig. 74

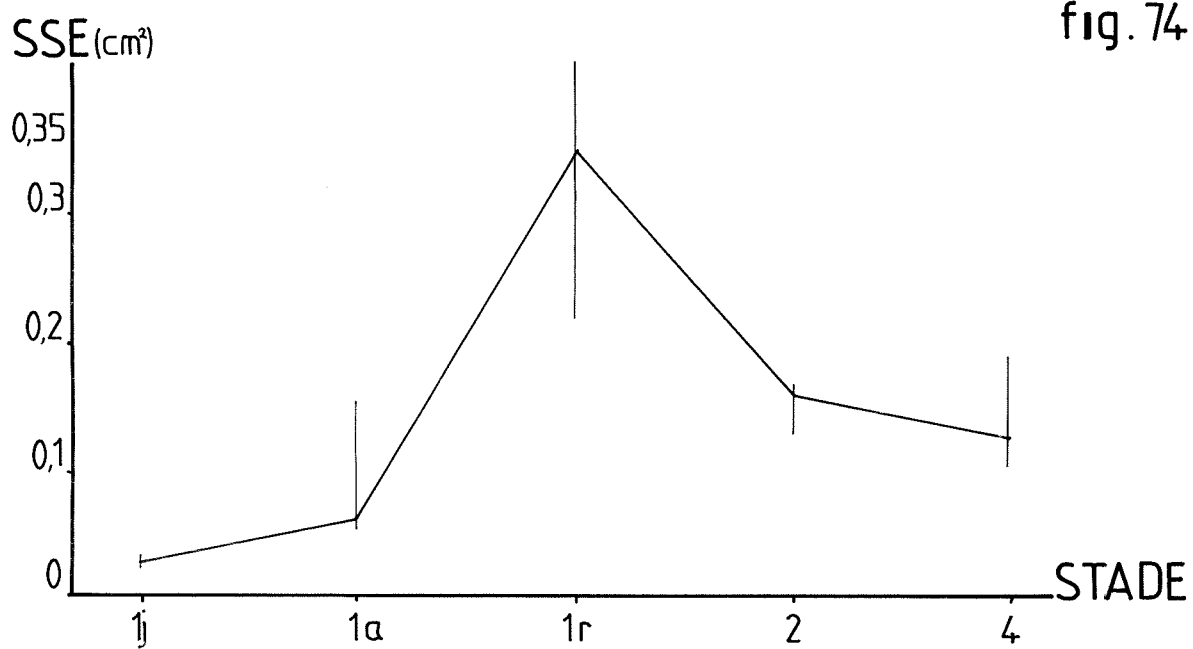


fig. 75

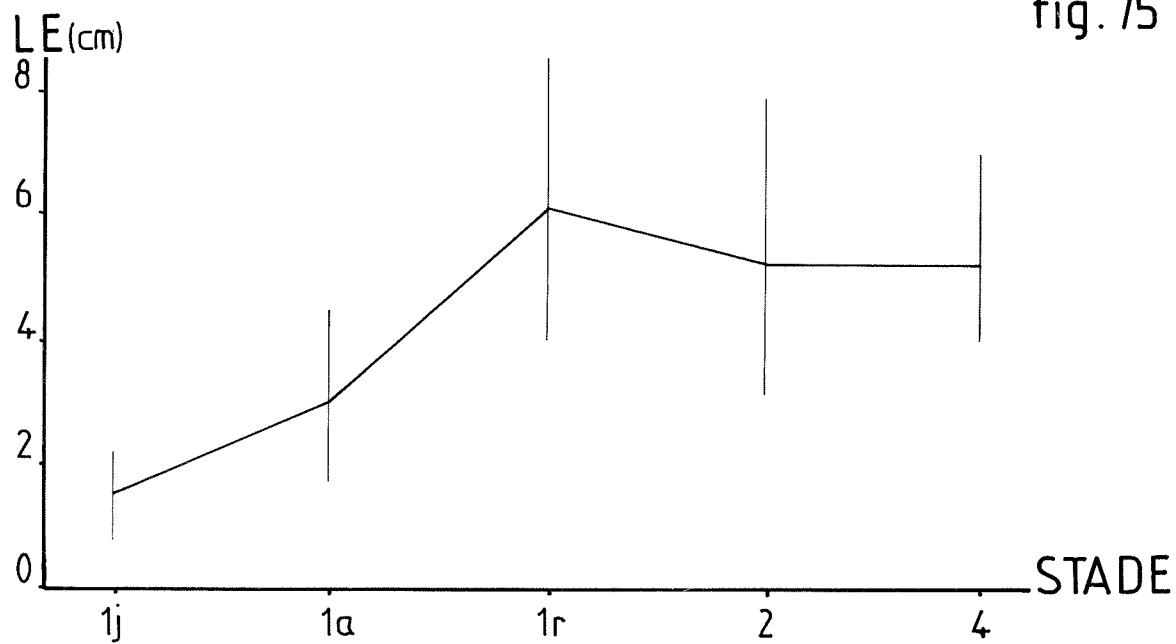


fig. 76

-Miconia alata-

**-Figures 77 et 78 :Dessin des nuages de points et des
"patates" correspondant aux différents stades de
croissance.**

**Chaque niveau foliaire est représenté par la notation
adoptée pour les différentes zones d'échantillonnage**

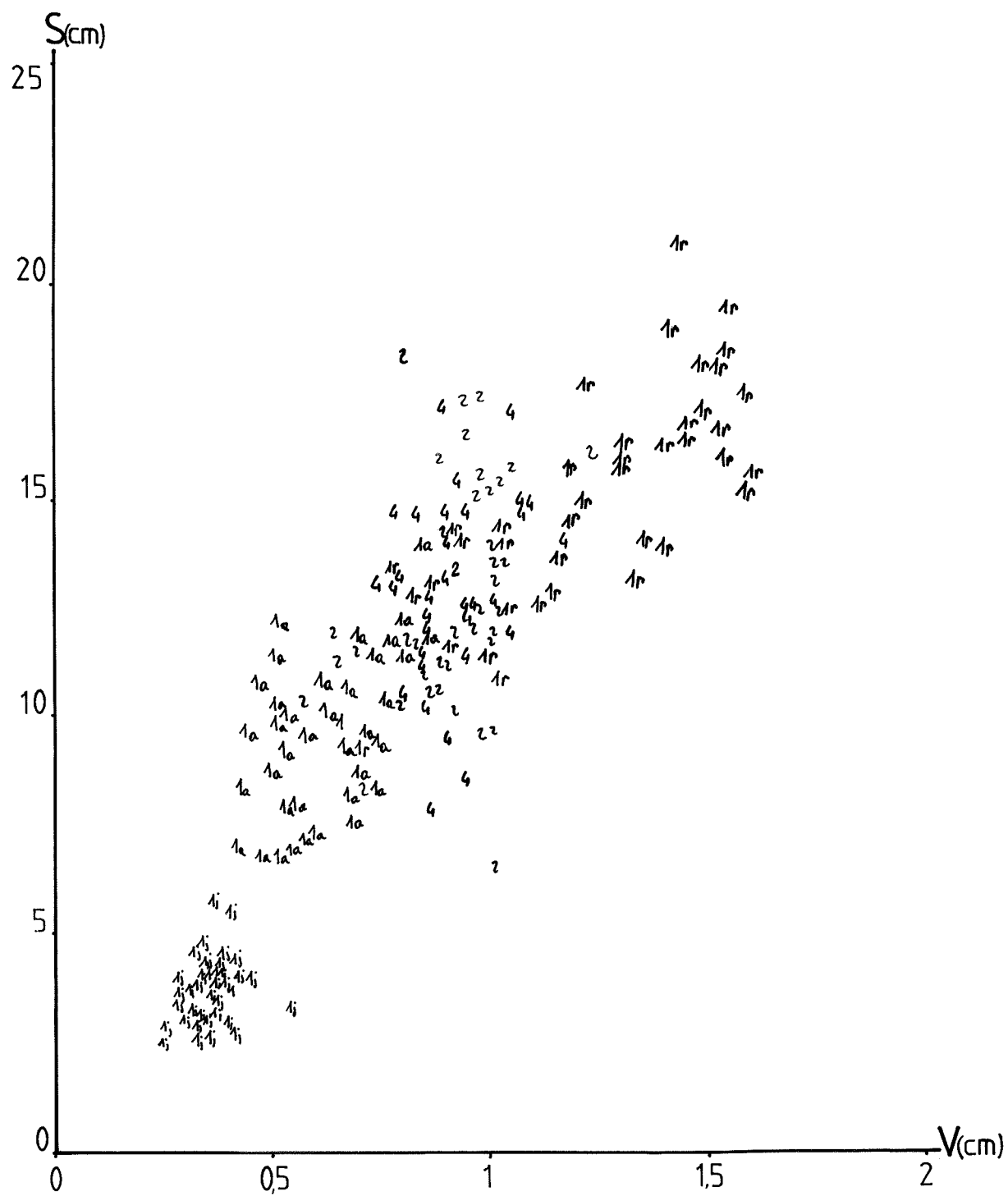


fig.77

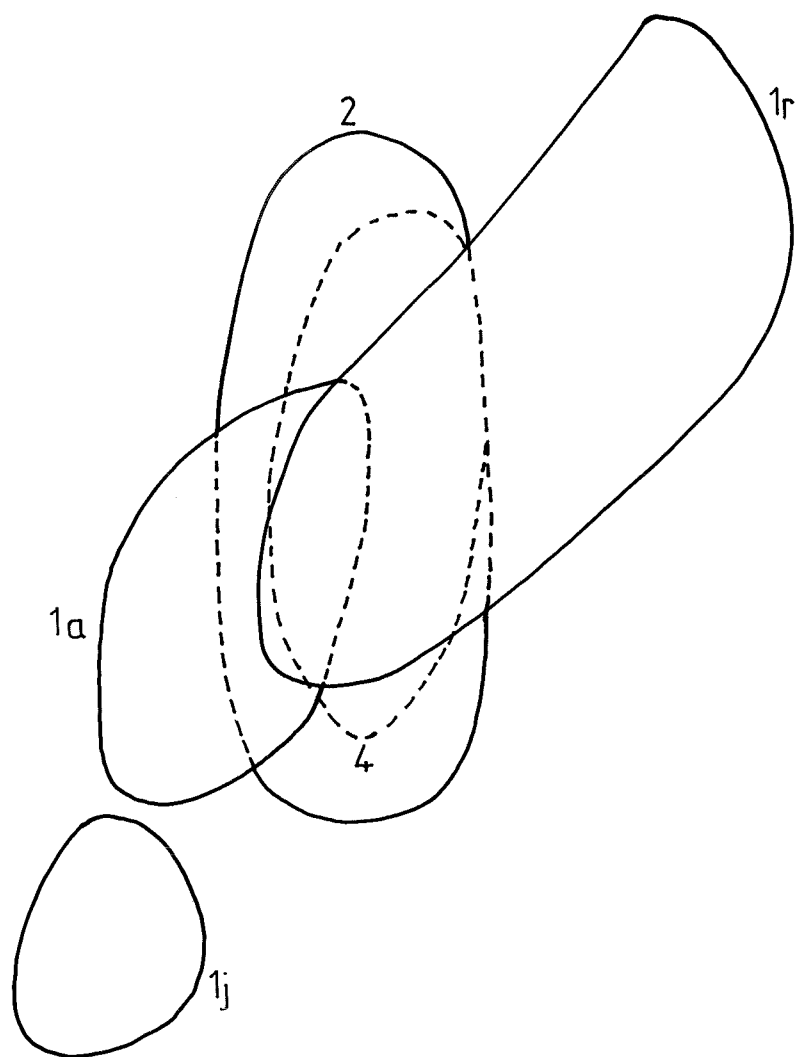


fig.78

-Miconia alata-

-Figures 79 et 80 :Tracé des fonctions de répartition de
l'indice d'axialisation (Δ) pour les différents stades
de croissance

-Figures 81 et 82 :Tracé des fonctions de répartition de
l'indice de taille (T) pour les différents stades de
croissance

ORDRE

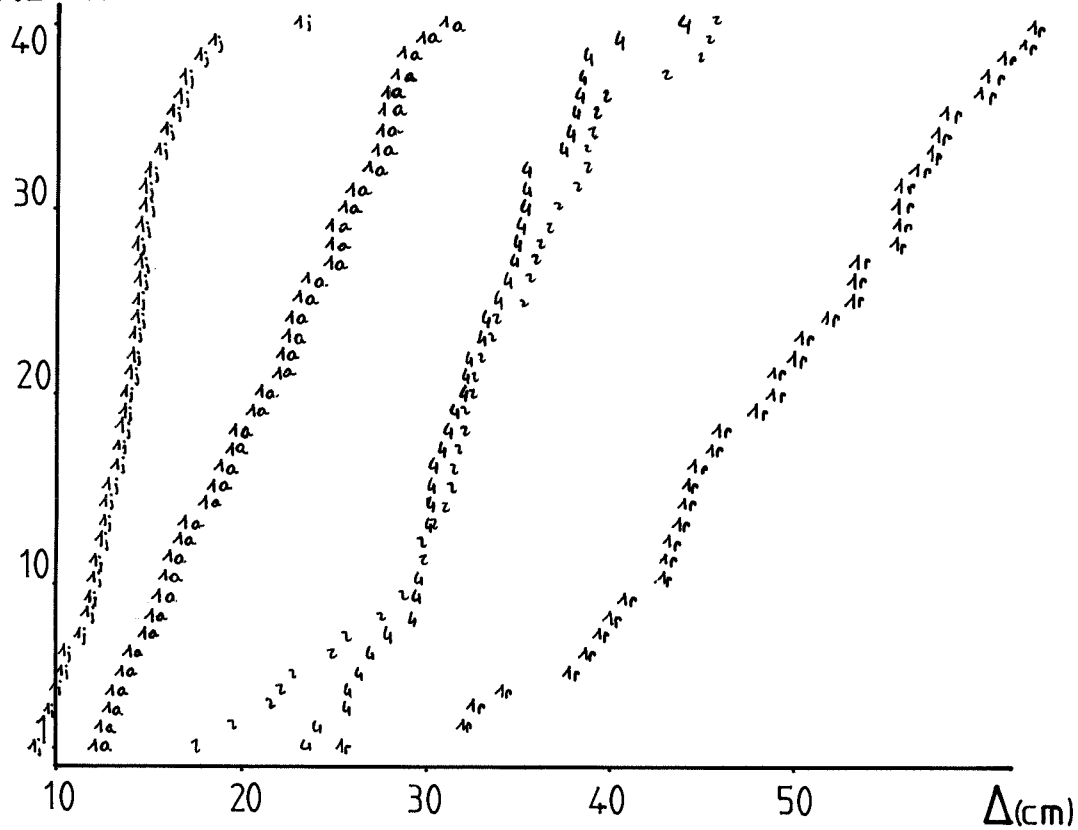


fig. 79

ORDRE

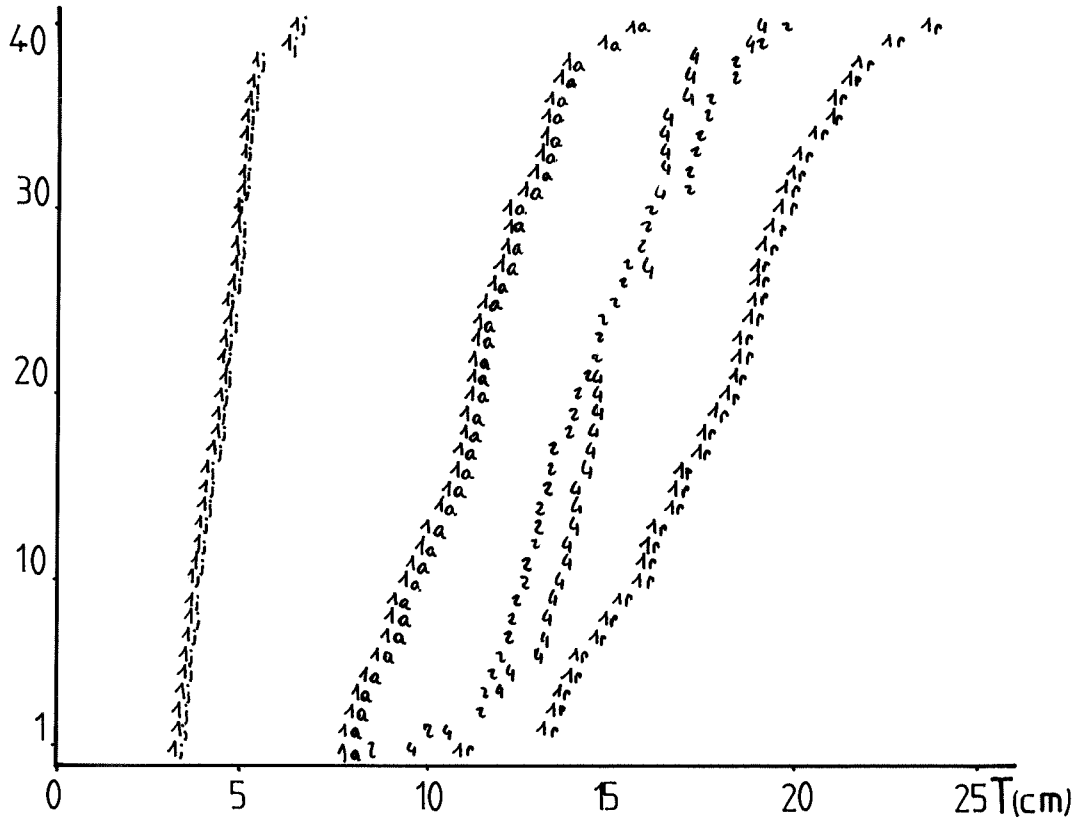


fig. 81

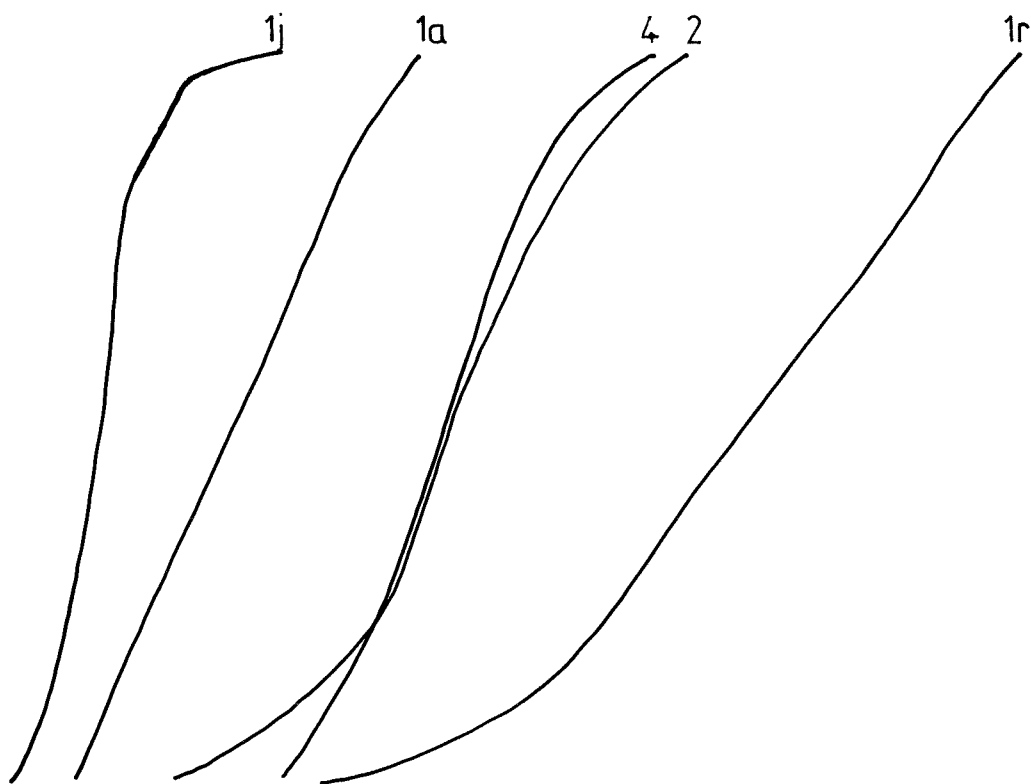


fig.80

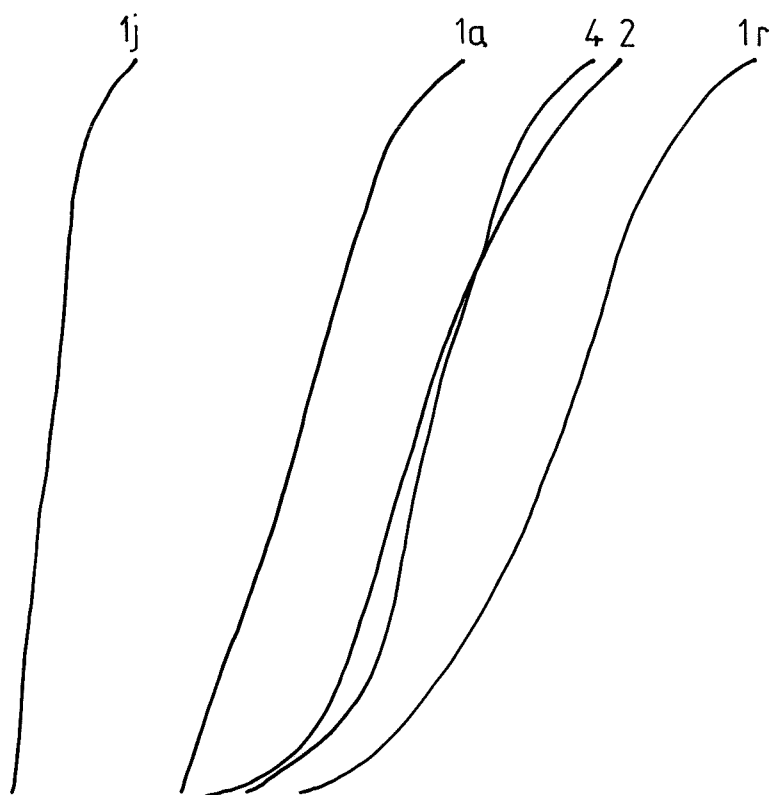


fig.82

-Miconia alata-

Figure 83 : Evolution des indices de taille (T) et

d'axialisation (Δ) en fonction des stades de croissance

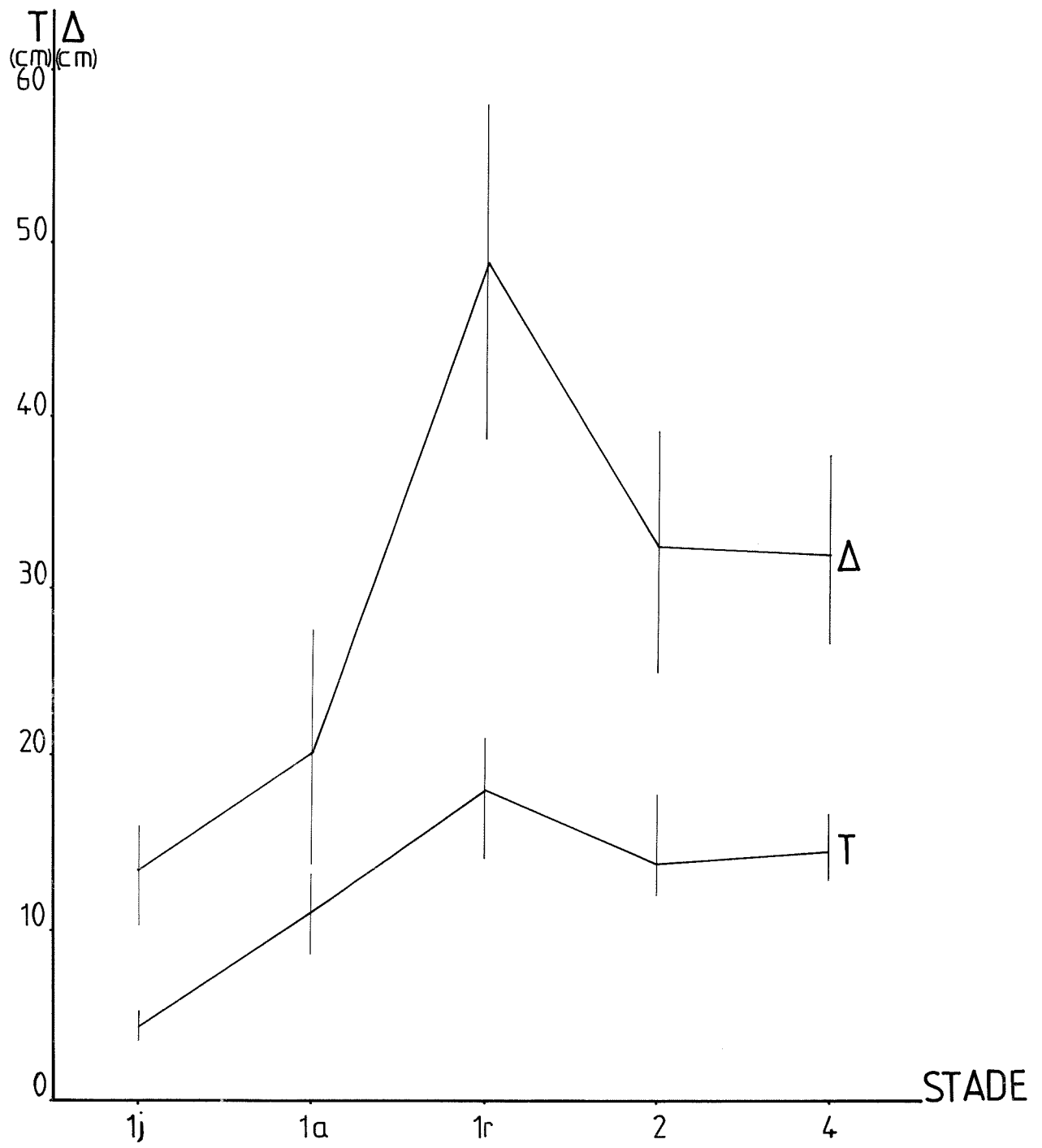


fig.83

-Miconia alata-

"GRAPHE SIGNATURE"

-Figure 84 :Graphe en fil

-Figure 85 :Graphe en ruban

Les pointillés marquent la présence de la
sexualité

Les flèches indiquent le sens de l'évolution
ontogénique

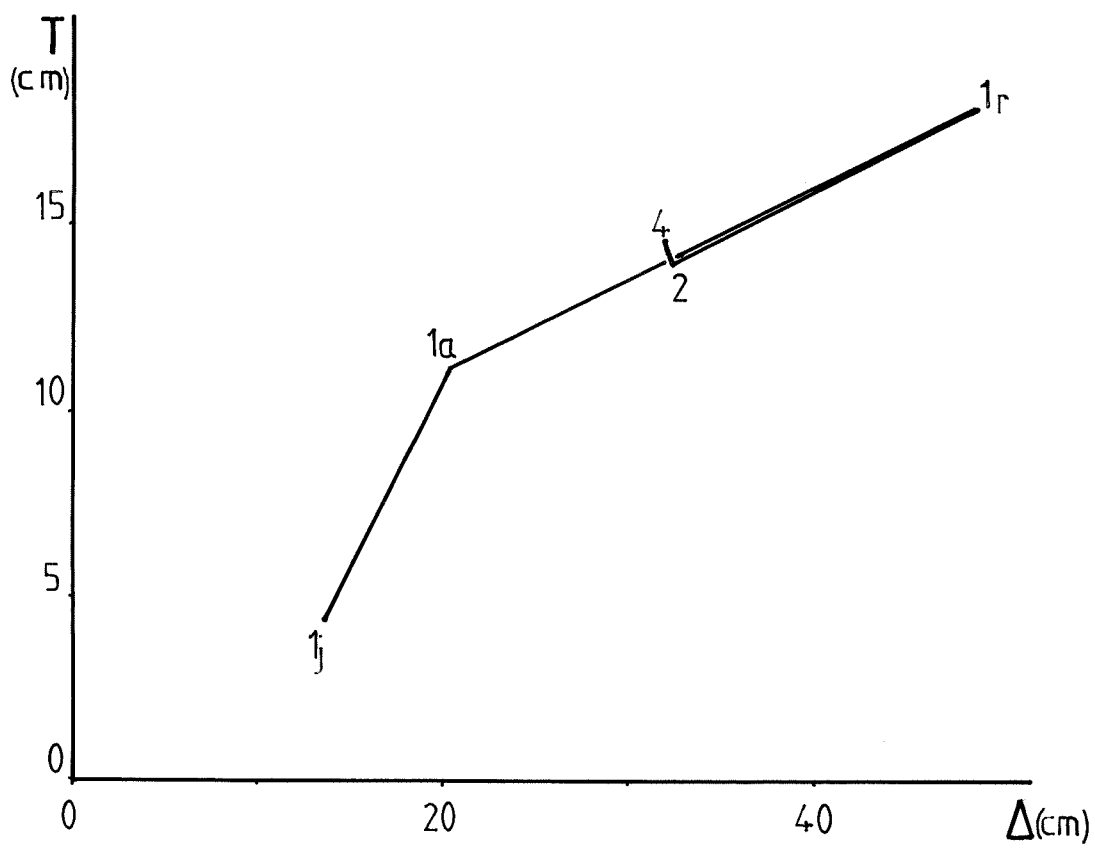


fig.84

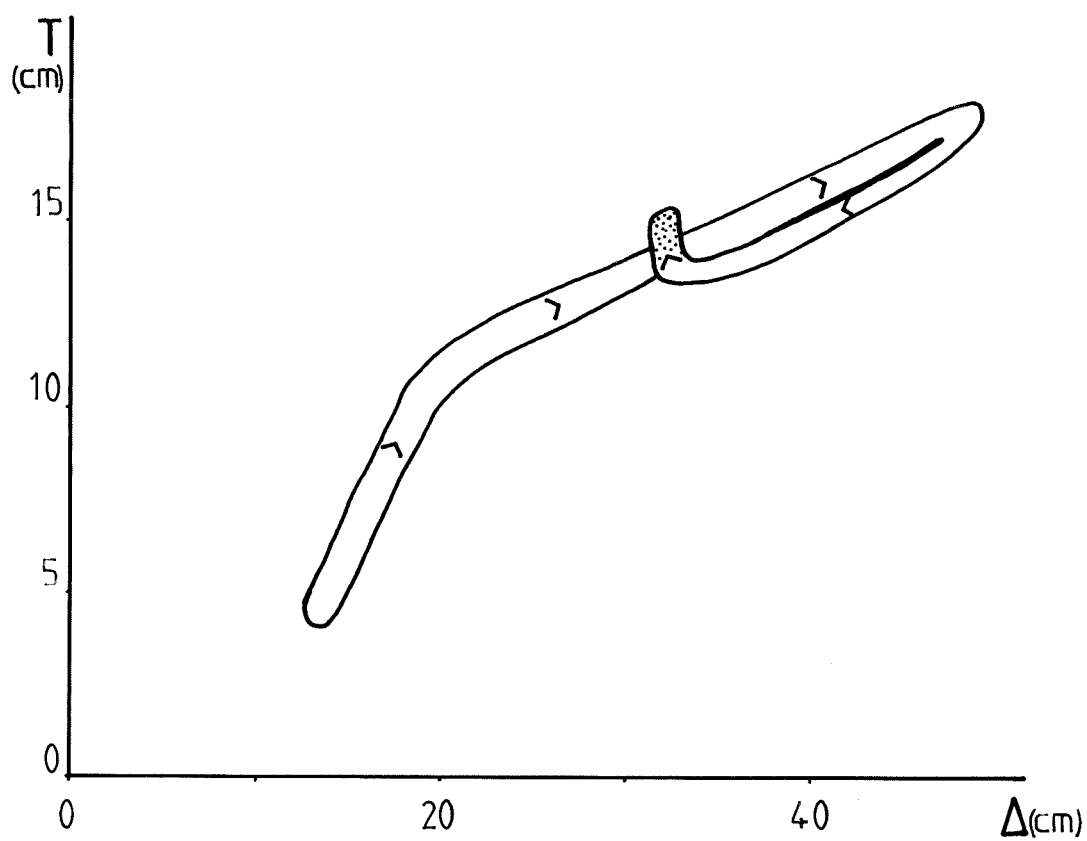


fig.85

II - 6 - 5 - Données de vitesse de croissance

Vingt-cinq axes ont pu être récoltés.

En cinq semaines le nombre de noeuds édifiés varie de 1 à 2, ce qui donne un plastochrone variant de 18 à 35 jours (respectivement pour une portion d'axe "lr" et une portion d'axe "lj").

La vitesse d'allongement des axes varie de 0,4 à 4,3 cm/semaine (respectivement pour un axe "lj" et un axe "lr").

Les Figures 86 et 87 indiquent une corrélation $L - \Delta$ un peu meilleure que la corrélation $L - T$ (les coefficients de corrélation linéaire sont respectivement de 0,835 et 0,805).

On peut donc en conclure que plus un rameau est axialisé, plus il est de grande taille, plus sa vitesse d'élongation est élevée avec un plastochrone court (jusqu'à 2 entre-noeuds dégagés pour 0,10 m d'élongation en cinq semaines).

-Miconia alata-

-Figure 86

Graphe indice d'axialisation-élongation axiale(Δ -L)

-Figure 87

Graphe indice de taille-élongation axiale(\bar{T} -L)

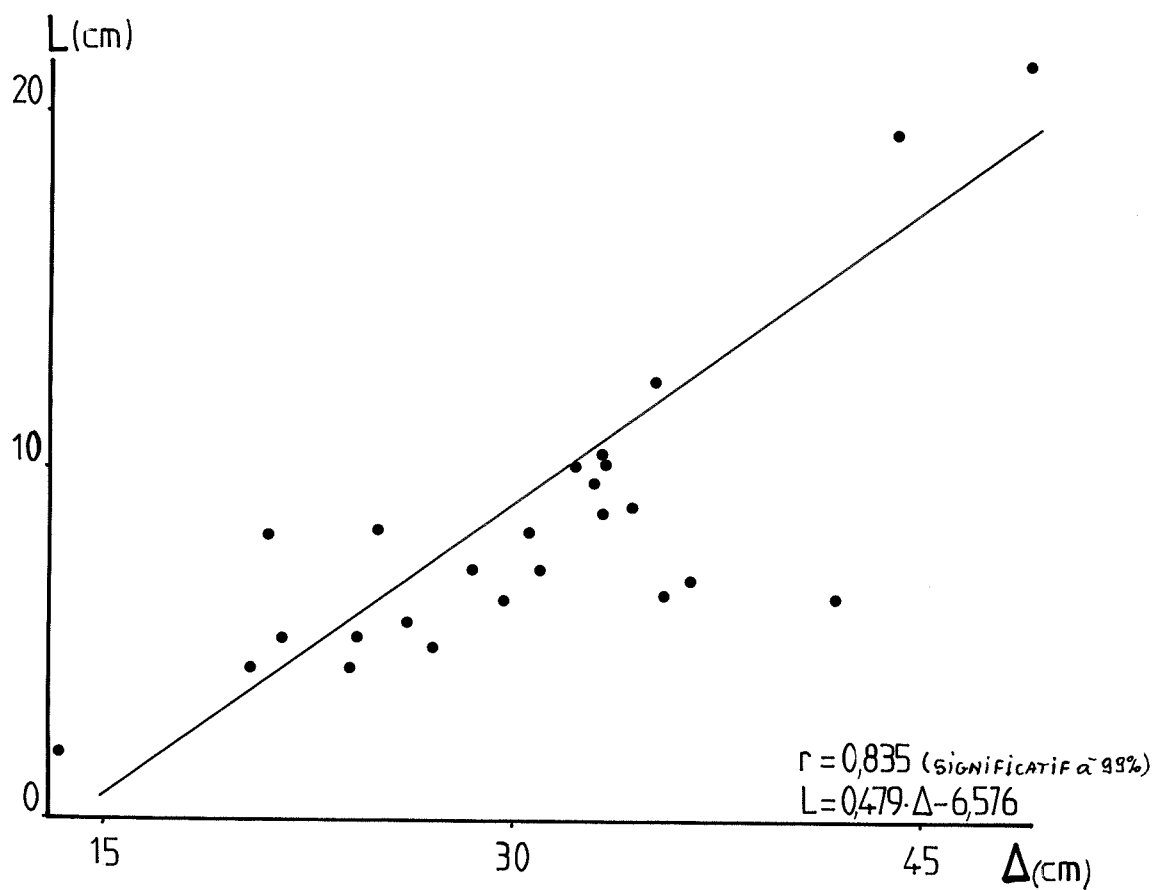


fig.86

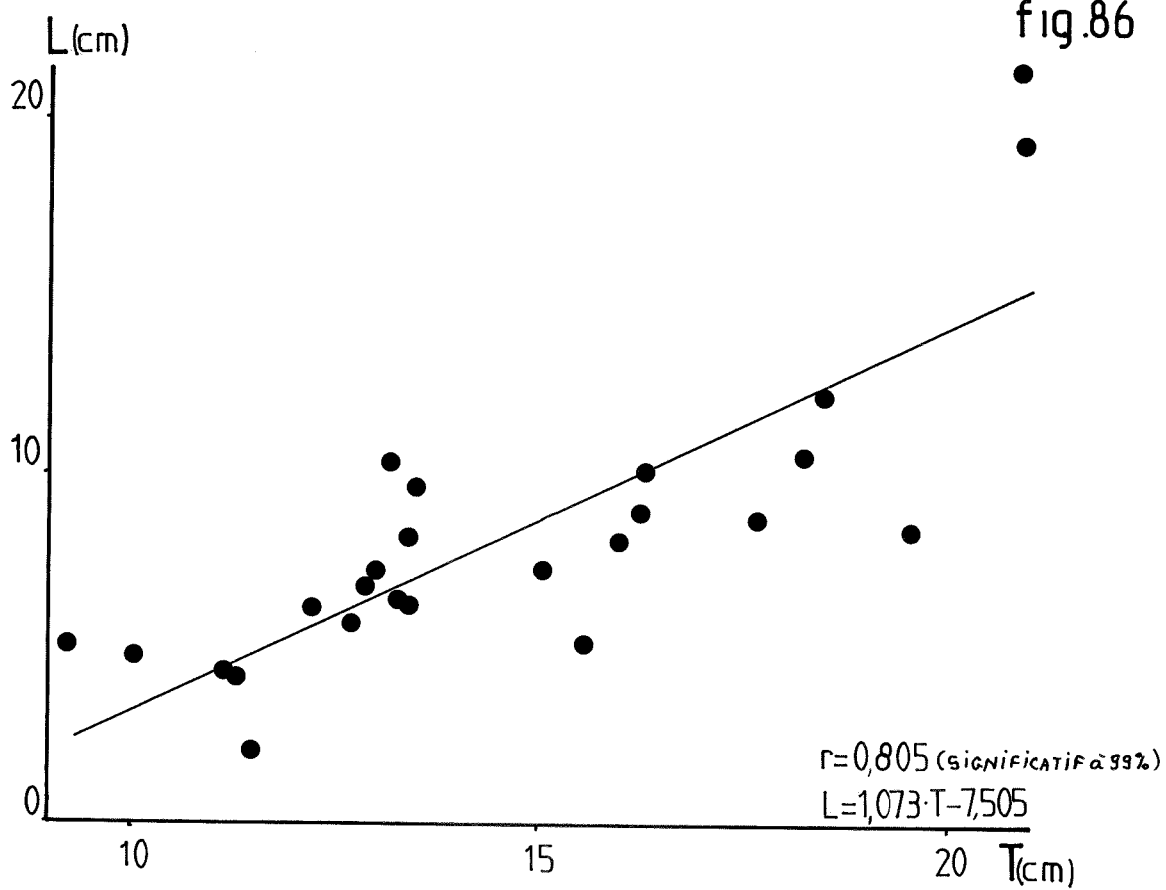


fig.87

II - 6 - 6 - Synthèse

Ces données conjointes sur la croissance de Miconia alata permettent à présent de distinguer les 3 phases suivantes :

- Première phase : Elle correspond à l'axe "lj". Ses dimensions (SF, SSE, LE et donc T) sont minimales. Il est très foliarisé et sa vitesse d'allongement est faible.
- Deuxième phase : Cet axe après s'être développé et ramifié, atteint des dimensions maximales. Il est fortement axialisé et sa vitesse de croissance est élevée.
- Troisième phase : Ce sont les axes latéraux. SF et SSE y prennent une valeur moyenne, mais LE demeure élevé (proche du niveau atteint en "lr"). De ce fait l'indice de taille prend une valeur moyenne à élevée. Ce sont des axes moyennement foliarisés. La vitesse de croissance est moyenne. C'est au cours de cette troisième phase que la floraison apparaît (entre les stades 2 et 4).

Ces différents éléments sont résumés dans le schéma virtuel de la Figure 88.

NOTE : Les mesures partielles effectuées sur des axes d'ordre 1, devenus florifères permettent de constater une évolution du diamètre comparable à celle observée au niveau des axes latéraux florifères.

-Miconia alata-

Figure 88:SCHEMA VIRTUEL


-Les échelles de hauteur et de longueur ont été respectées dans la mesure où l'ensemble restait lisible

-La structure en forme de cône renversé à la base des axes rend compte de l'augmentation de leur diamètre primaire parallèle à leur croissance en longueur

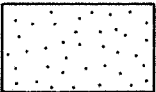
-Symboles utilisés:

*  Inflorescence

*  Entre-noeuds

*  Zone d'échantillonnage

* "lj" Notation adoptée pour la zone d'échantillonnage

*  Tissus secondaires

*La valeur prise par les paramètres synthétiques T et Δ est donnée en face des cadres hachurés représentant les zones d'échantillonnage. Suivant les cas ces valeurs de T et Δ peuvent être communes à plusieurs zones d'échantillonnage

Le code suivant a été adopté:

$\Delta \backslash T$	élevé T	moyen T	faible T
élevé Δ	T Δ	T Δ	T Δ
moyen Δ	T Δ	T Δ	T Δ
faible Δ	T Δ	T Δ	T Δ

hauteur (en m.)

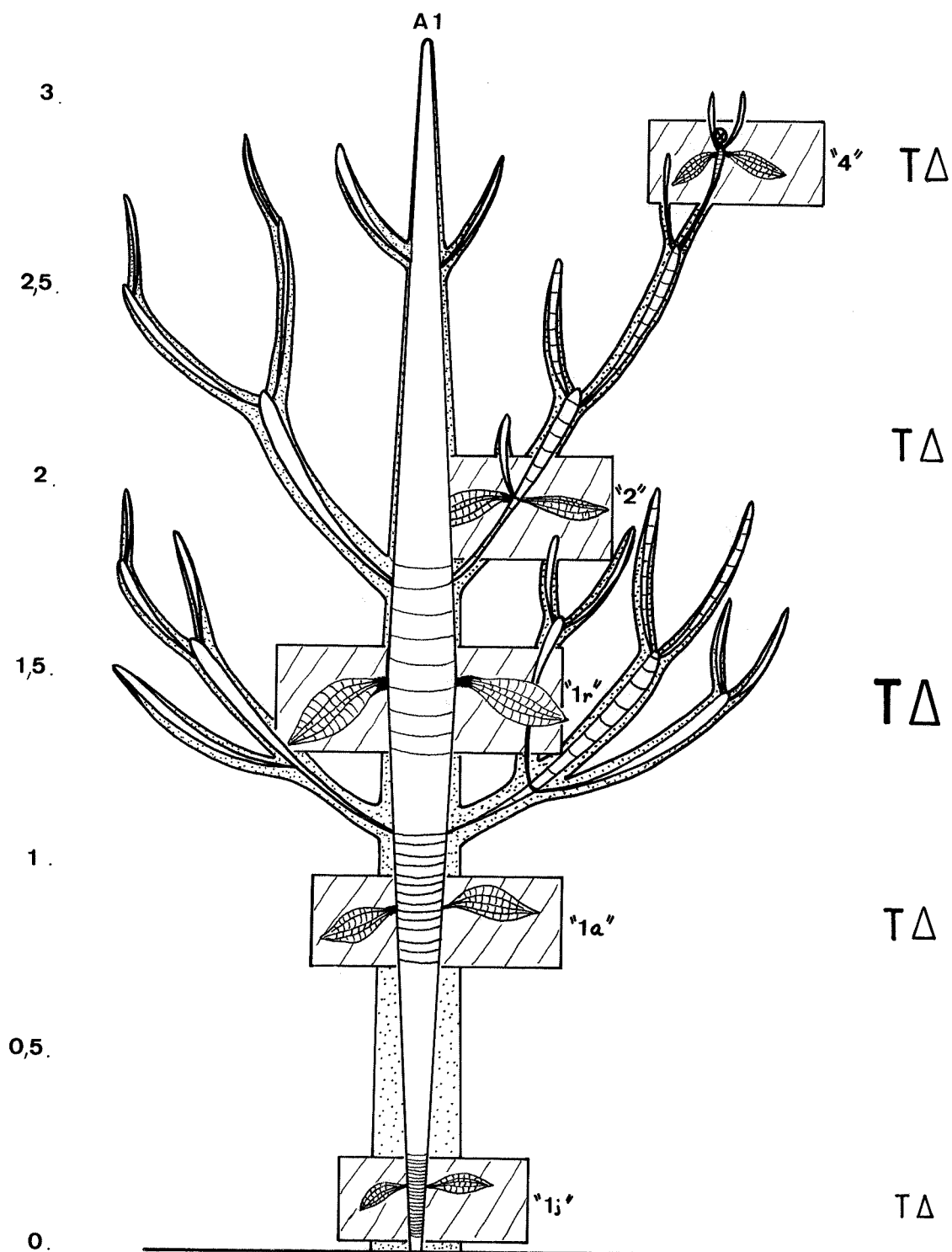


fig.88

Miconia ciliata (Rich.) DC



II - 7 - Miconia ciliata (Rich) DC - MELASTOMACEAE

Herbier: LAURI P.E. n° 185

(Herbier du centre ORSTOM de CAYENNE - GUYANE FRANCAISE)

SITE D'ETUDE : Piste de St Elie - GUYANE FRANCAISE

Cette petite Melastomaceae des savanes et des forêts secondaires est répandue dans toute l'Amérique intertropicale, du centre du BRESIL au MEXIQUE.

Lors de la fructification on reconnaît aisément les baies noires, globuleuses et brillantes assemblées en grappes dressées de 0,1 à 0,15 m de long.

H - 7 - 1 - Présentation morphologique

Cette espèce semi-herbacée dépasse rarement 1,50 m. Certains échantillons de l'herbier du centre ORSTOM de CAYENNE décrivent des individus de 2 à 3 m de haut.

Ses feuilles simples et entières sont opposées-décussées.

Il n'y a pas de forme juvénile typique, selon les critères utilisés ici.

II - 7 - 2 - Mode de croissance

L'axe orthotrope, d'ordre 1, peut former une inflorescence terminale dès qu'il atteint 0,3 - 0,4 m de hauteur (Planche 12-A).

Il produit parallèlement deux ramifications latérales équivalentes.

Celles-ci vont à leur tour reproduire ce schéma de croissance.

On a ainsi une succession de modules formant chacun une inflorescence après s'être ramifié (Planche 12-B).

L'étude architecturale se résume donc de la manière suivante :

- Axe initial orthotrope. Il arrête sa croissance en produisant deux ramifications sympodiales.
- Chacune reproduit ensuite le même schéma de croissance.
- Les inflorescences sont terminales sur chaque module.

Nous avons typiquement ici une architecture correspondant au modèle de LEEUWENBERG.

II - 7 - 3 - Zones d'échantillonnage

Cinq zones ont été échantillonnées :

1) L'axe initial en début de croissance entre 0,04 et 0,1 m de hauteur. C'est l'axe d'ordre 1 juvénile.

notation : "lj".

2) Ce même axe en plein développement avant qu'il ne se ramifie et fleurisse.

notation : "la".

3) Les ramifications d'ordre 2.
notation : "2".

4) Les ramifications d'ordre 3.
notation : "3".

5) Les ramifications d'ordre 4.
notation : "4".

-Miconia ciliata-

PLANCHE 12-A : Inflorescence terminale sur axe d'ordre

un

PLANCHE 12-B : Inflorescences terminales sur des

modules successifs



II - 7 - 4 - Présentation graphique des résultats

Les Figures 89, 90 et 91 montrent une évolution relativement semblable pour les trois paramètres SF, SSE et LE en fonction du stade.


Ils prennent une valeur minimale en "1j", une valeur maximale en "1a" (pour SF et SSE) ou en "3" (pour LE). Ils reviennent à une valeur moyenne en "4".

Le graphe s-v des Figures 92 et 93 montre cette évolution. "1j" est nettement distinct des autres stades, alors que ceux-ci se recouvrent largement. Le stade 4 marque toutefois un retour vers "1j".

Les Figures 94 - 95 nous montrent une variation très faible de Δ en fonction du stade. Les deux stades extrêmes, ici "2" et "4", ne sont disjoints qu'à 55 %. Les trois autres stades se répartissent dans cet intervalle.

Les Figures 96 - 97 permettent de distinguer trois groupes : "1j" se caractérise par de faibles valeurs de T. "1a" "2" et "3" à l'opposé sont confondus à 100 % et ont de fortes valeurs de ce paramètre. Le stade 4 prend quant à lui une position moyenne (il est disjoint à 60 % de "3" et à 95 % de "1j").

Ceci est clairement résumé dans la Figure 98. Alors que T présente une évolution typique en cloche (les stades "1a" "2" et "3" en constituant le sommet), Δ varie très peu en fonction des stades .

Cette évolution spécifique de Δ confère au "graphe signature" de M. ciliata une allure caractéristique en . Figures 99 et 100.

-Miconia ciliata-

-Figure 89 :Variation de la surface foliaire(SF)en
fonction du stade de croissance

-Figure 90 :Variation de la surface de la section de
l'entre-noeud(SSE)en fonction du stade de croissance

-Figure 91 :Variation de la longueur de l'entre-noeud
(LE)en fonction du stade de croissance

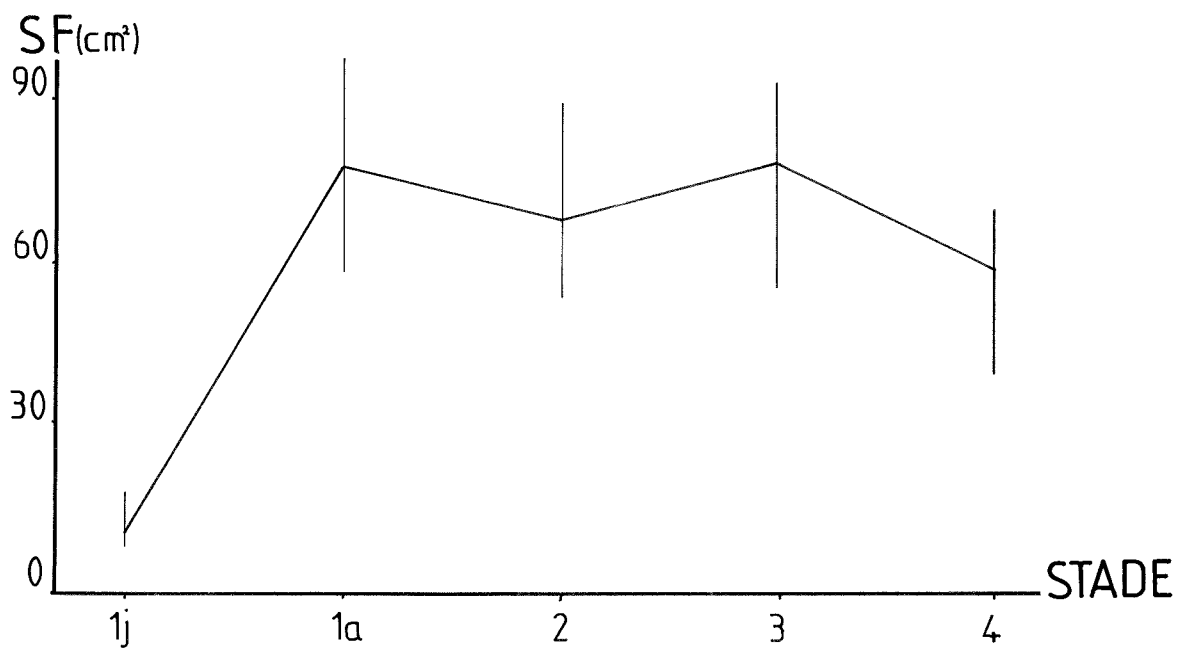


fig.89

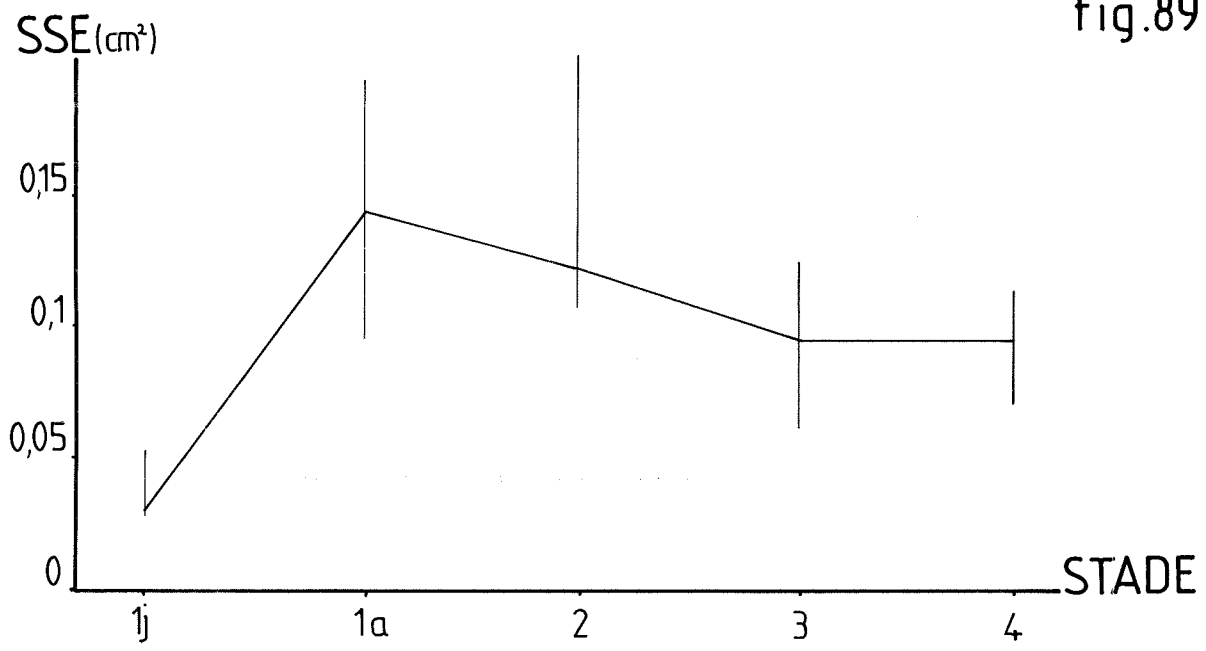


fig.90

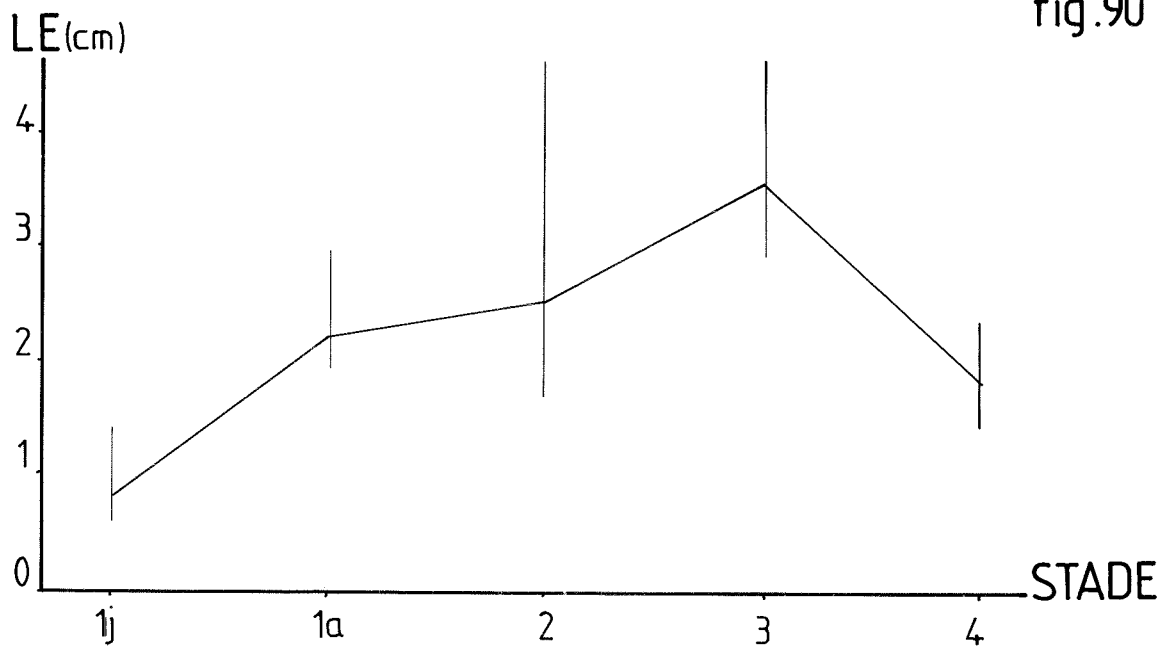


fig.91

-Miconia ciliata-

**-Figures 92 et 93 :Dessin des nuages de points et des
"patates" correspondant aux différents stades de
croissance.**

**Chaque niveau foliaire est représenté par la notation
adoptée pour les différentes zones d'échantillonnage**

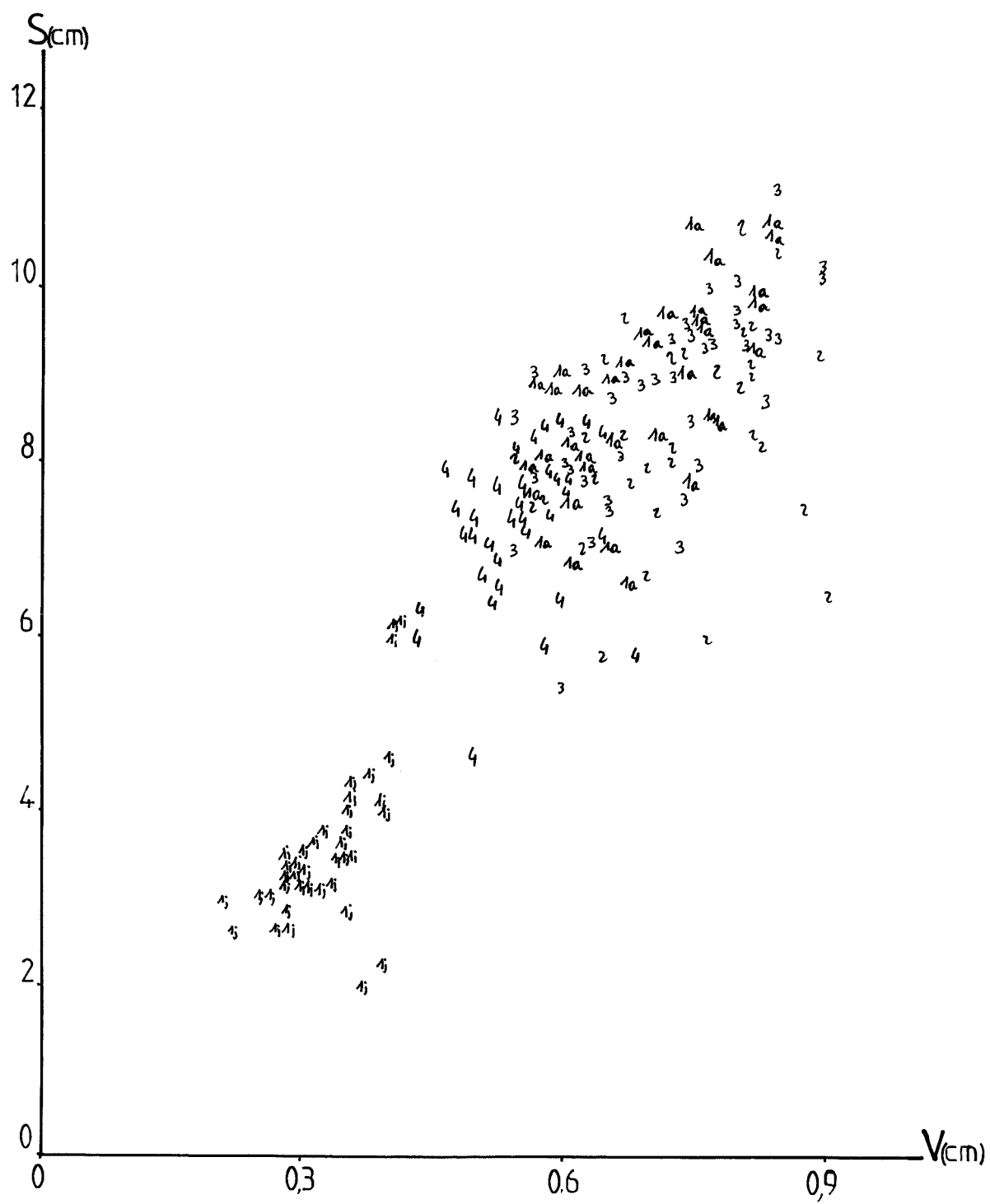


fig.92

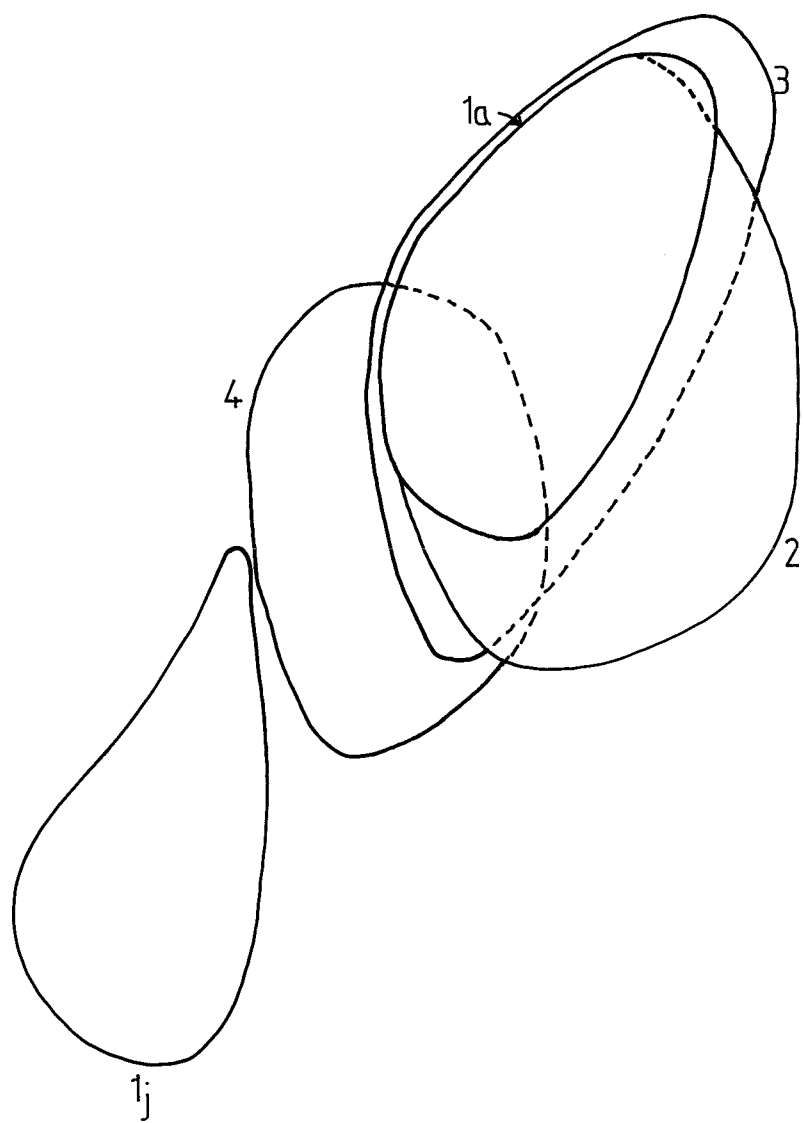
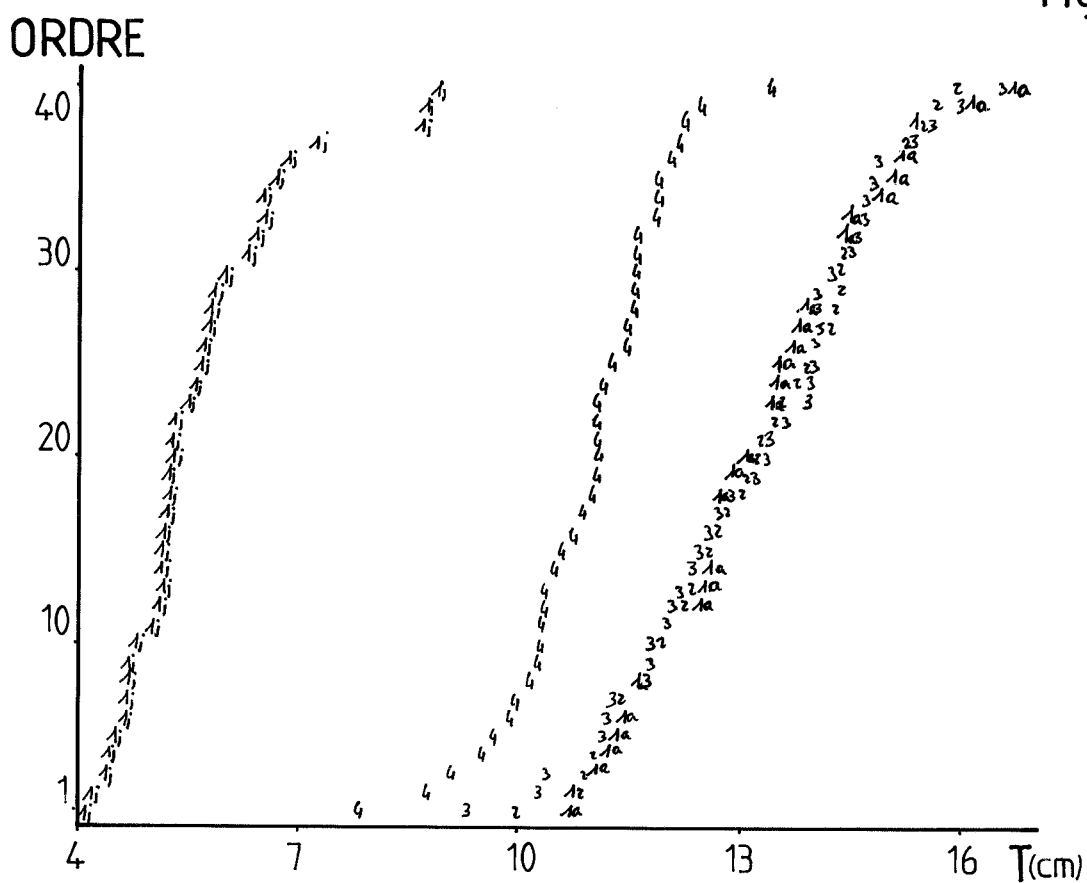
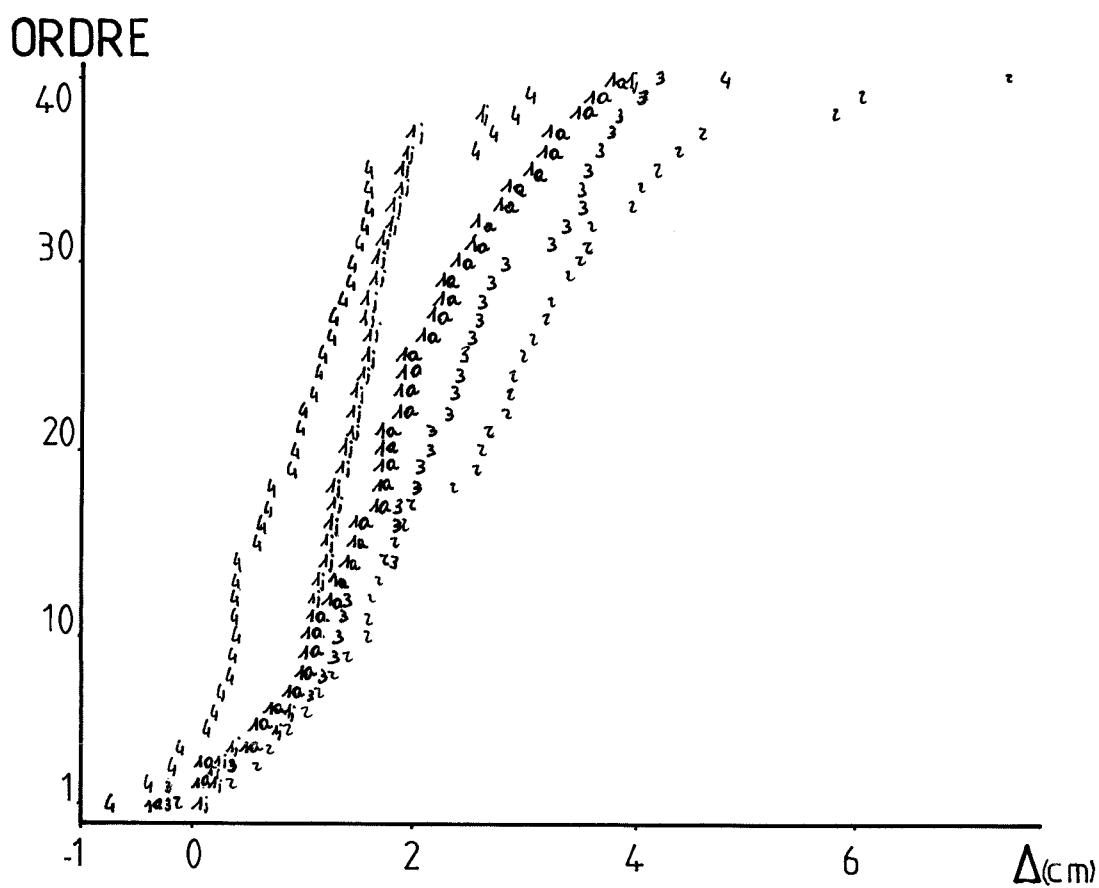


fig.93

-Miconia ciliata-

-Figures 94 et 95 :Tracé des fonctions de répartition de
l'indice d'axialisation (Δ) pour les différents stades
de croissance

-Figures 96 et 97 :Tracé des fonctions de répartition de
l'indice de taille (T) pour les différents stades de
croissance



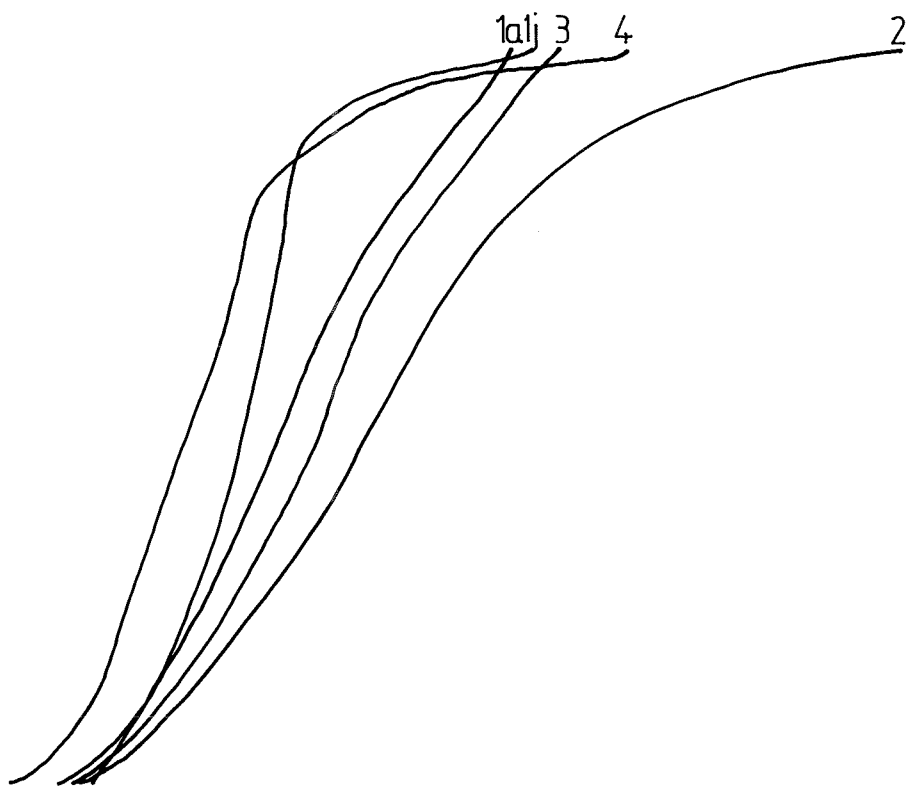


fig.95

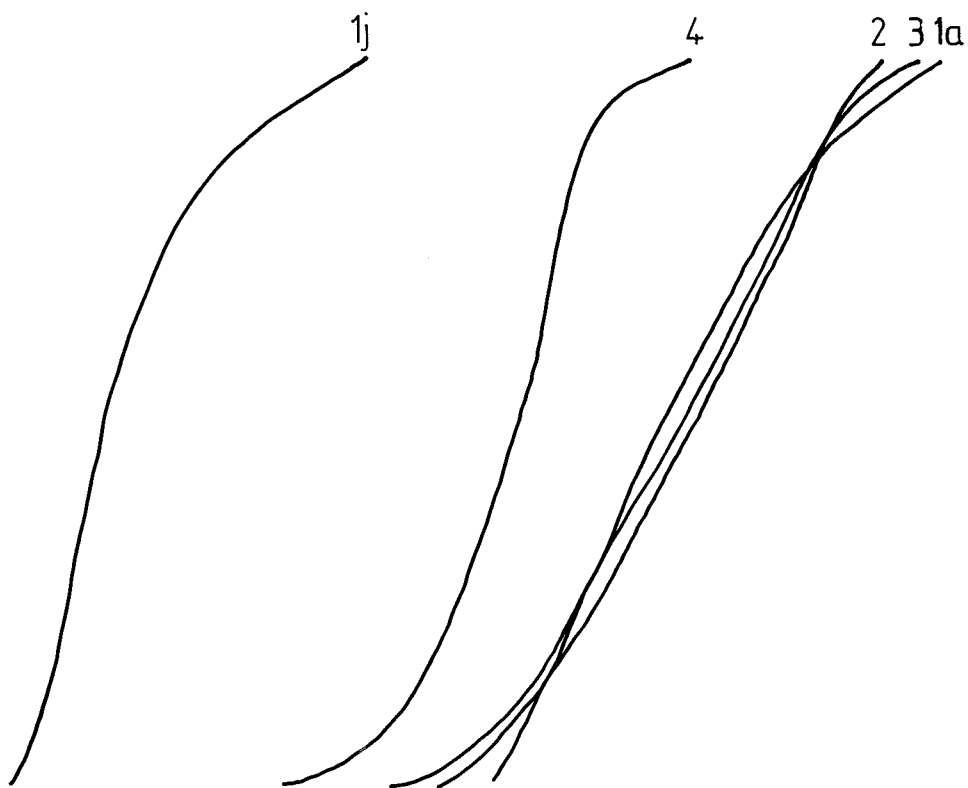


fig.97

-Miconia ciliata-

**Figure 98 : Evolution des indices de taille (T) et
d'axialisation (Δ) en fonction des stades de croissance**

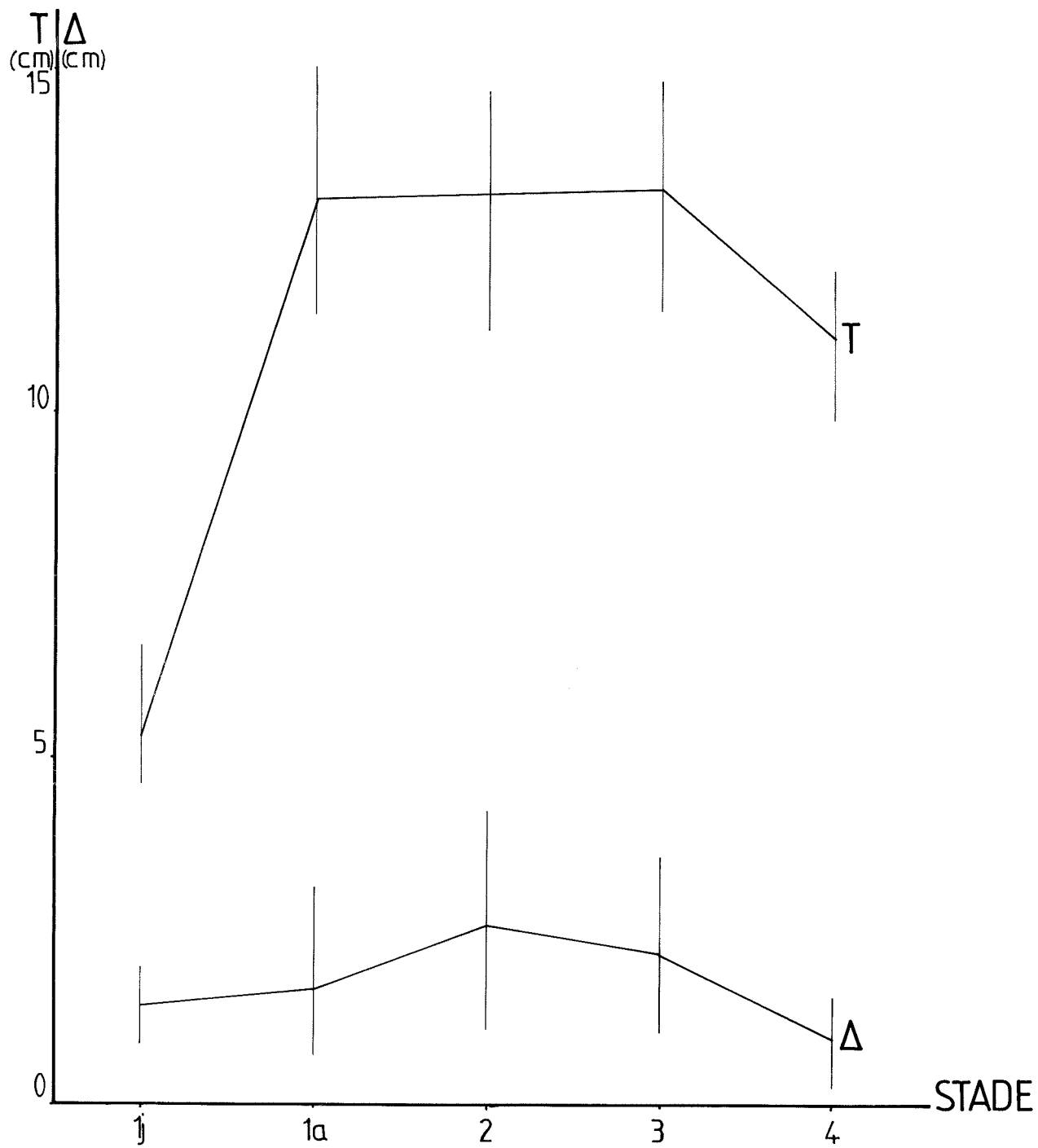


fig.98

-Miconia ciliata-

"GRAPHE SIGNATURE"

-Figure 99 :Graphe en fil

-Figure 100 :Graphe en ruban

Les pointillés marquent la présence de la
sexualité

Les flèches indiquent le sens de l'évolution
ontogénique

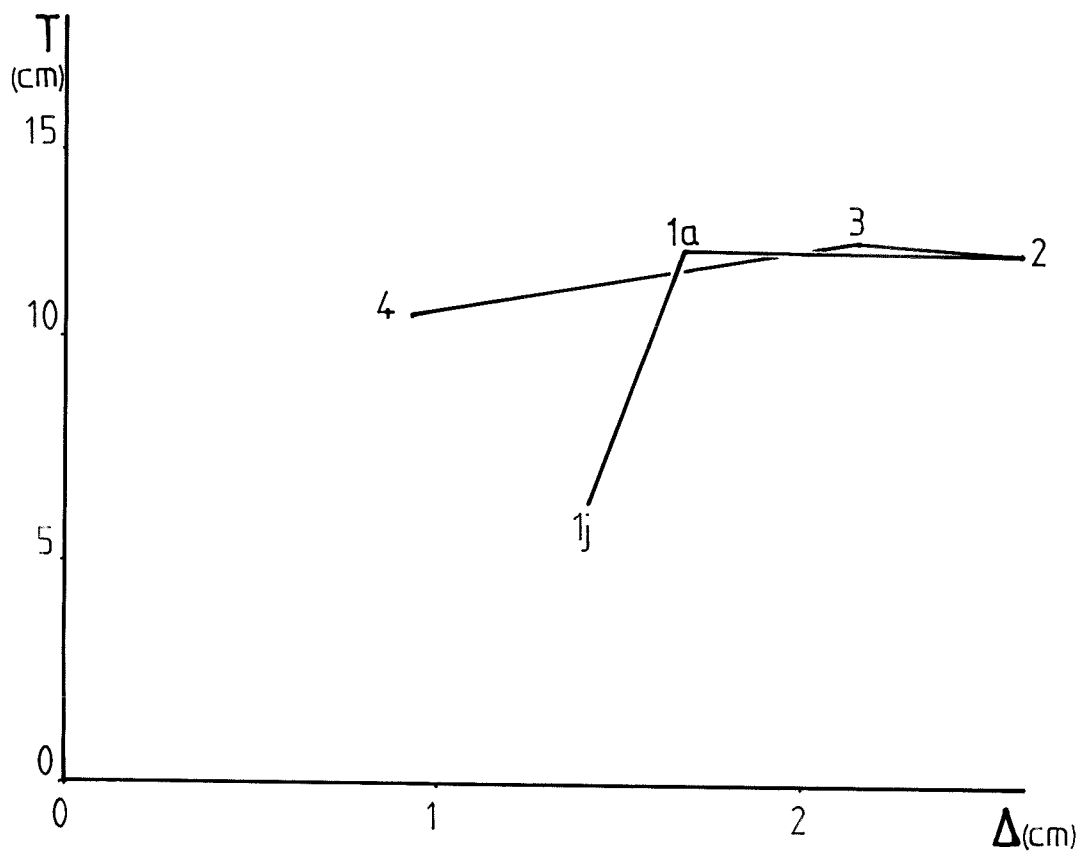


fig.99

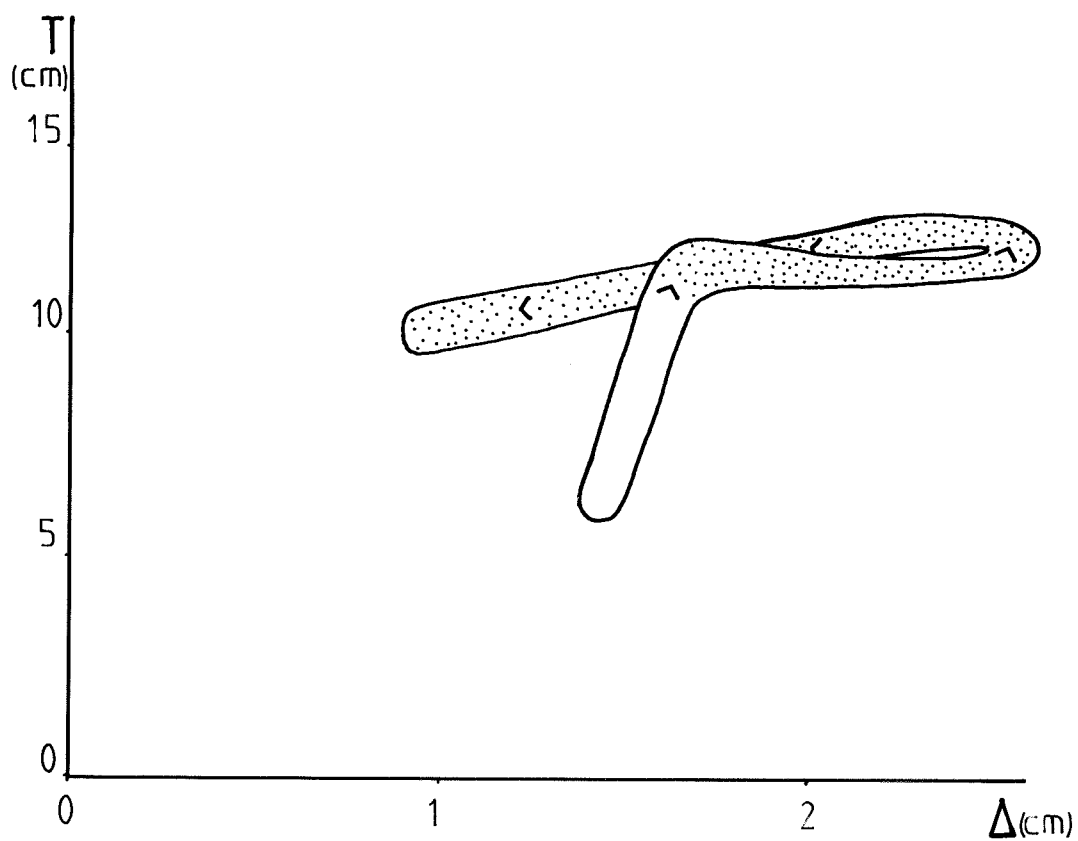


fig.100

II - 7 - 5 - Données de vitesse de croissance.

Vingt-trois axes ont pu être récoltés.

En cinq semaines, le nombre de noeuds développés varie de 1 à 2, ce qui donne un plastochrone variant de 18 à 35 jours (respectivement pour un axe "2" et un axe "1j").

La vitesse d'allongement des axes varie de 0,3 à 3 cm/semaine (respectivement pour des axes "1j" et "2").

La Figure 101 indique une très faible corrélation $L-\Delta$ ($r = 0,23$). Ceci doit sans doute s'expliquer par la très faible variation de Δ chez Miconia ciliata.

La Figure 102 montre une corrélation positive moyenne entre L et T ($r = 0,679$).

On peut donc dire que plus l'axe est de grande taille plus son élongation est rapide avec un plastochrone court.

-Miconia ciliata-

-Figure 101

Graphe indice d'axialisation-élongation axiale(Δ -L)

-Figure 102

Graphe indice de taille-élongation axiale(\bar{T} -L)

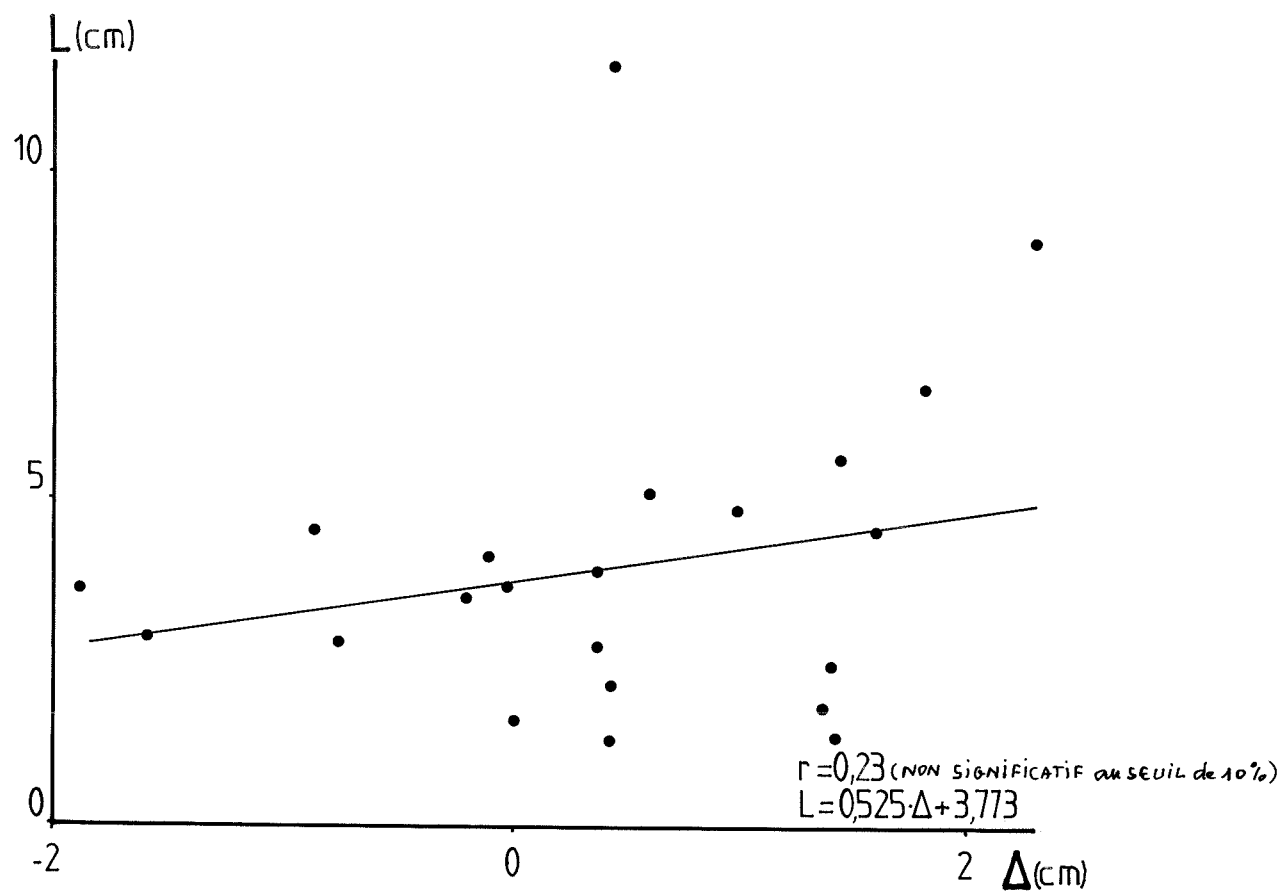


fig.101

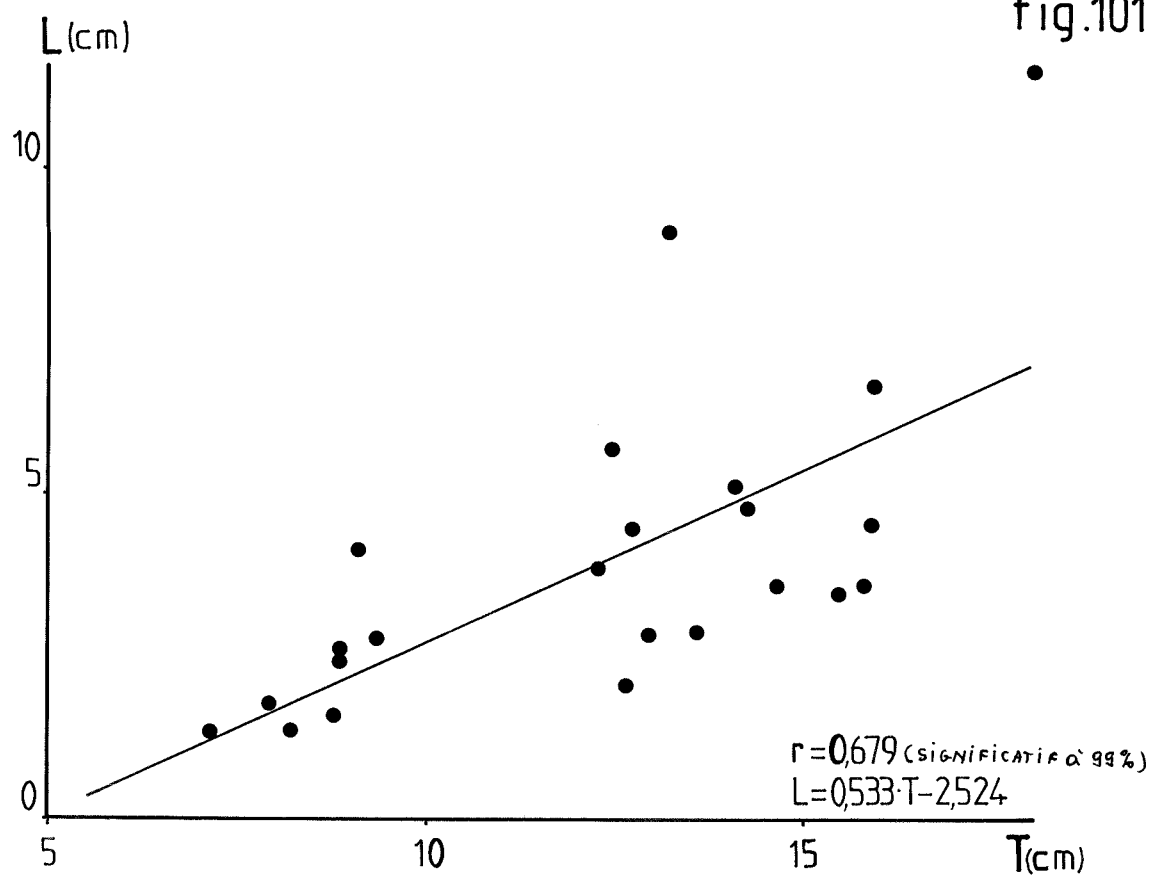


fig.102

II - 7 - 6 - Synthèse

Ces différents éléments permettent maintenant de donner une vue d'ensemble de la croissance de Miconia ciliata.

Trois phases sont distinguées :

- Première phase : C'est l'axe initial en début de croissance. Ses dimensions sont faibles. Sa croissance est lente.
- Seconde phase : Elle englobe "1a", "2" et "3". Leurs dimensions sont maximales. Leur vitesse d'allongement est élevée.
- Troisième phase : Elle comprend les axes de numéro d'ordre égal à 4 et probablement au delà. Les paramètres SF, SSE, LE et donc l'indice T se stabilisent autour de valeurs moyennes.

On note donc que si l'évolution des dimensions des axes suit une courbe en cloche, le degré d'axialisation quant à lui ne varie pratiquement pas. Il n'intervient donc pas comme critère de différenciation de ces trois phases.

Il est utile de rappeler par ailleurs que tous les axes, à partir de "1a" sont florifères.

La Figure 103 fournit le schéma virtuel de Miconia ciliata tels que ces différents éléments permettent de le donner.

-Miconia ciliata-

Figure 103:SCHEMA VIRTUEL

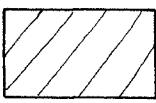
-Les échelles de hauteur et de longueur ont été respectées dans la mesure où l'ensemble restait lisible

-La structure en forme de cône renversé à la base des axes rend compte de l'augmentation de leur diamètre primaire parallèle à leur croissance en longueur

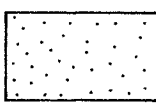
-Symboles utilisés:

*  Inflorescence

*  Entre-noeuds

*  Zone d'échantillonnage

* "lj" Notation adoptée pour la zone d'échantillonnage

*  Tissus secondaires

*La valeur prise par les paramètres synthétiques T et Δ est donnée en face des cadres hachurés représentant les zones d'échantillonnage. Suivant les cas ces valeurs de T et Δ peuvent être communes à plusieurs zones d'échantillonnage

Le code suivant a été adopté:

$\Delta \backslash T$	élevé T	moyen T	faible T
élevé Δ	$T\Delta$	$T\Delta$	$T\Delta$
moyen Δ	$T\Delta$	$T\Delta$	$T\Delta$
faible Δ	$T\Delta$	$T\Delta$	$T\Delta$

hauteur (en m.)

1,4.

1.

0,5.

0.

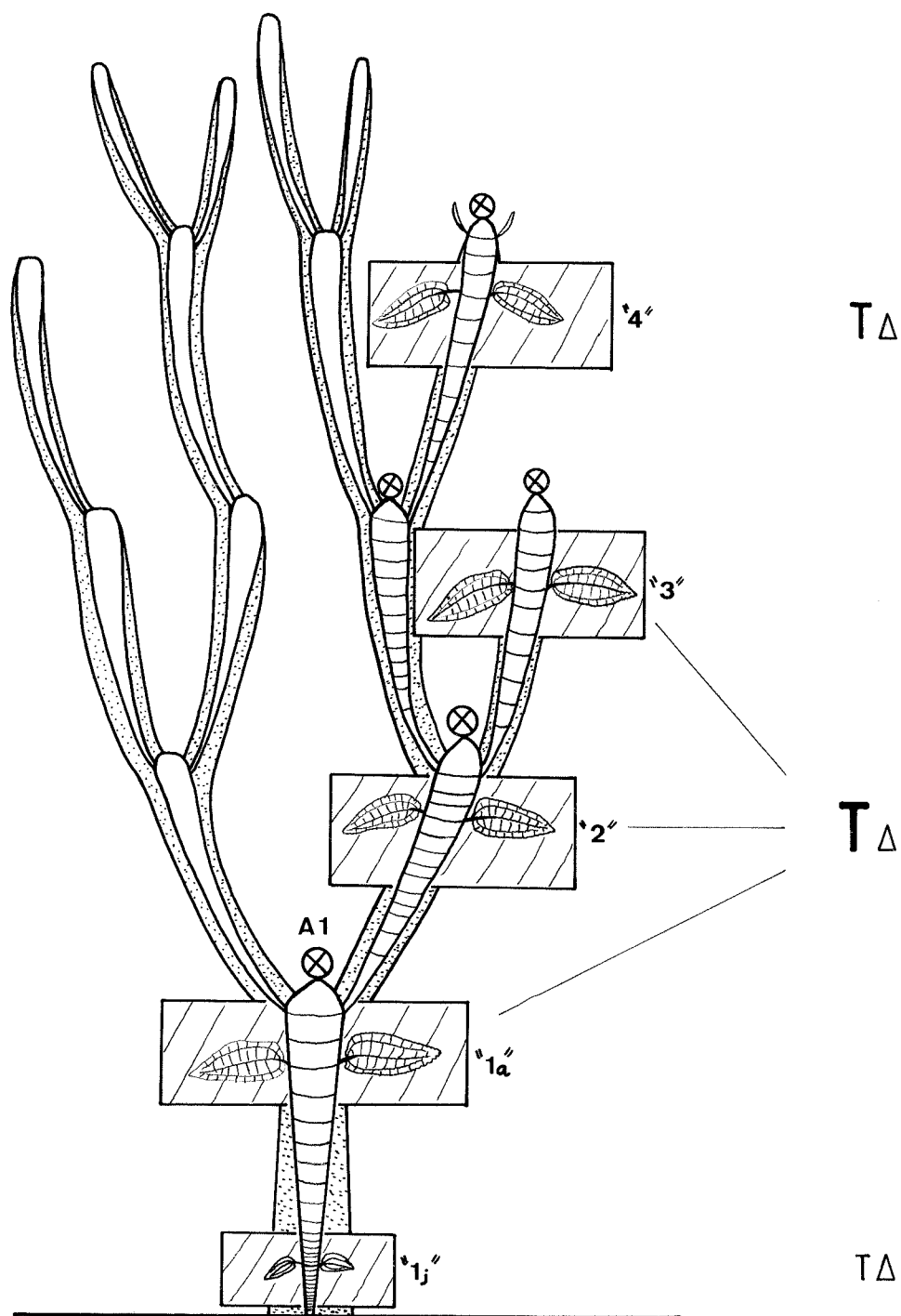


fig.103

Palicourea guianensis ssp guianensis
Aubl.



II - 8 - Palicourea guianensis ssp guianensis Aubl.- RUBIACEAE

Herbier : LAURI PE.n° 179

(Herbier du centre ORSTOM de CAYENNE - GUYANE FRANCAISE)

Site d'étude : Piste de St Elle - GUYANE FRANCAISE

Cette espèce forme plusieurs peuplements assez denses le long de la Piste de St Elie.

On la trouve également en forêt secondarisée. Elle est aisément repérable dès mars-avril grâce à ses inflorescences en grappes composées de 0,1 à 0,2 m de long, à axes et fleurs jaunes.

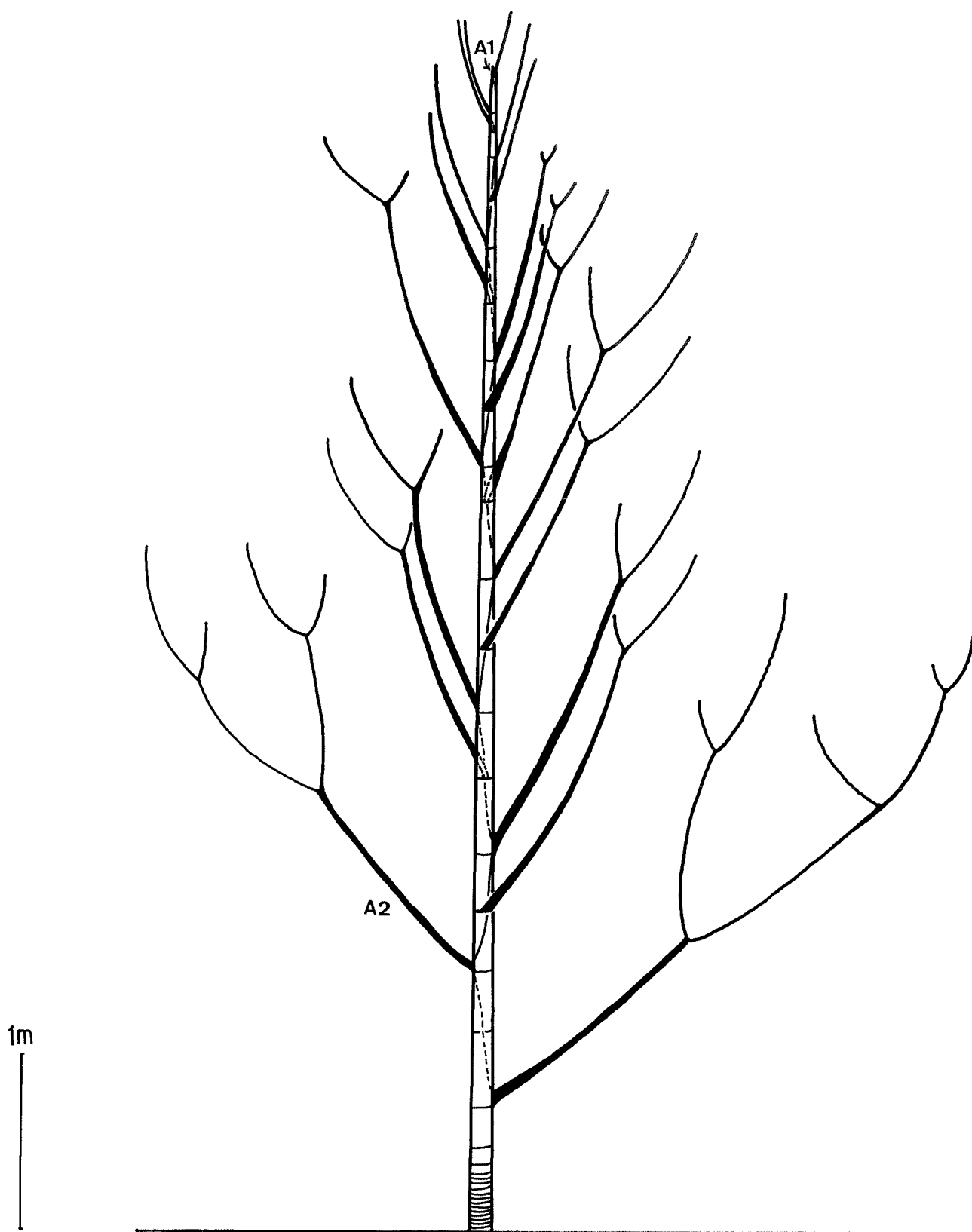
II - 8 - 1 - Présentation morphologique

Bien qu'un échantillon de l'herbier de Cayenne fasse état d'individus atteignant 20 m, la taille maximale moyenne en bord de piste semble plutôt proche de 10 m.

Les feuilles sont simples, entières, coriaces, opposées-décussées et stipulées. Les nervures sont saillantes sur la face inférieure.

Les axes cylindriques ont une couleur vert sombre tant qu'ils restent feuillés.

Les feuilles des jeunes individus ont la particularité d'être de couleur lie de vin sur leur face inférieure (Cette coloration est due à la forte concentration en pigments anthocyaniques dont le rôle n'est pas encore clairement élucidé ; LEE et coll. 1979, 80, 87).



-Palicourea guianensis ssp. guianensis-

-Figure 104 :Existence d'une spirale phyllotaxique privilégiée sur l'axe d'ordre 1:à chaque niveau de ramification ,un seul axe d'ordre 2 va se développer.

II - 8 - 2 - Mode de croissance

Les individus étudiés ici poussent en sous-bois.

L'axe initial orthotrope à croissance monopodiale peut se ramifier dès 0,5-0,6 m (Planche 13-A). Sur les deux axes latéraux existant potentiellement à chaque niveau de ramification, un seul va se développer en suivant une même spirale phyllotaxique d'un noeud au suivant. Il semble ainsi qu'une spirale soit favorisée par rapport à l'autre (PREVOST, communication personnelle - Figure 104).

Il n'y a pas de rythme de ramification et assez vite après deux ou trois niveaux de ramification, tous les noeuds sont ramifiés.

Les branches latérales sont des sympodes et peuvent porter des inflorescences en position terminale sur les ramifications d'ordre 3 (Planche 13-B).

Les caractères architecturaux sont donc ceux-ci.

- Axe principal, orthotrope, monopodial.
- Il émet de façon diffuse puis continue des ramifications sympodiales, orthotropes.
- La floraison est terminale sur les axes latéraux.

Palicourea guianensis a donc une architecture conforme au modèle de STONE (De FORESTA 1981 considère la ramification comme rythmique et rattache ainsi cette espèce au modèle de SCARRONE).

II - 8 - 3 - Zones d'échantillonnage

Quatre zones ont été échantillonnées :

- 1) L'axe principal jeune, entre 0,05 et 0,25 m. Cela correspond

à la zone où la face inférieure des feuilles est couleur lie de vin.

notation : "1j".

2) Ce même axe développé entre 1 et 2,5 m. Il est ramifié.

notation : "1r".

3) Les ramifications latérales florifères de numéro d'ordre 4 et 5.

notation : "4-5".

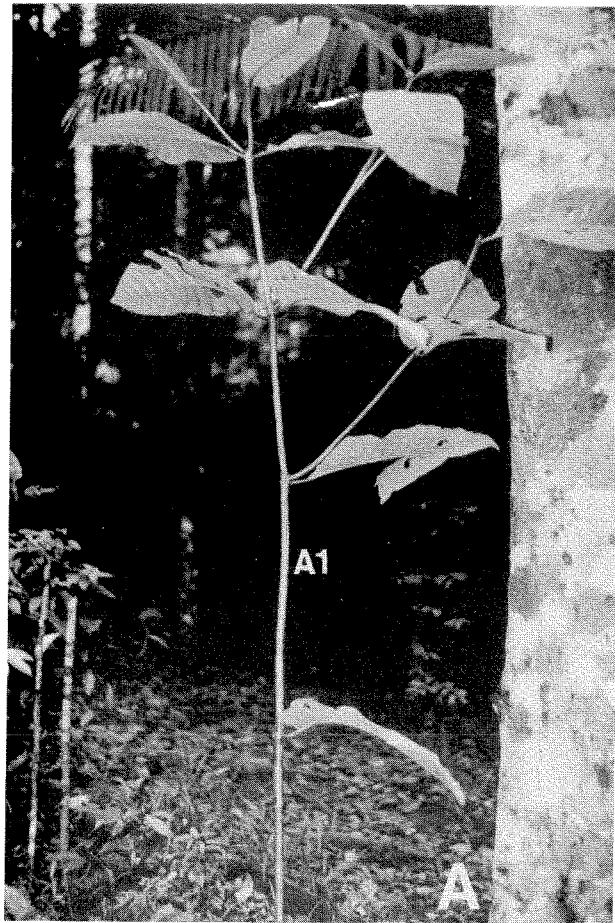
4) Les ramifications florifères de numéro d'ordre 8, prélevées sur un arbre de 6 m.

notation : "8".

-Palicourea guianensis ssp.guianensis-

PLANCHE 13-A :Ramification sur l'axe d'ordre un(A1)

PLANCHE 13-B :Inflorescences terminales



II - 8 - 4 - Présentation graphique des résultats

Les figures 105, 106 et 107 montrent pour les paramètres SF, SSE et LE une évolution régulière et homogène. Les valeurs sont minimales en "1j", maximales en "1r", puis moyennes à minimales en "4-5" et "8". On a donc là une courbe en cloche, asymétrique.

Les Figures 108 et 109 montre une évolution de s et v très marquée : "1j" prend les plus basses valeurs, "1r" s'en distingue nettement avec notamment de fortes valeurs de v. Les stades "4-5" et "8" sont intermédiaires entre "1j" et "1r".

Les Figures 110-111 et 112-113 indiquent pour Δ et T le même type d'évolution.

Pour Δ , on trouve trois groupes distincts. Les stades 4-5 et 8 confondus à 95 % ont les plus basses valeurs tandis que "1r" a les valeurs les plus élevées.

"1j", disjoint de "8" et de "1r" à 95 %, occupe une position intermédiaire.

Pour T, on retrouve bien ces trois groupes mais ici "1j" et "1r" sont nettement opposés et disjoints "4-5" et "8" se situent entre ces deux extrêmes et se recouvrent à 83 %.

La Figure 114 résume ces observations. On note un bon parallélisme dans les variations de T et Δ , et la forte foliarisation des rameaux florifères "4-5" et "8".

Le "graphe signature" des Figures 115 et 116 montre une évolution en boucle ouverte.

-Palicourea guianensis ssp.guianensis-

-Figure 105 :Variation de la surface foliaire(SF)en

fonction du stade de croissance

-Figure 106 :Variation de la surface de la section de

l'entre-noeud(SSE)en fonction du stade de croissance

-Figure 107 :Variation de la longueur de l'entre-noeud

(LE)en fonction du stade de croissance

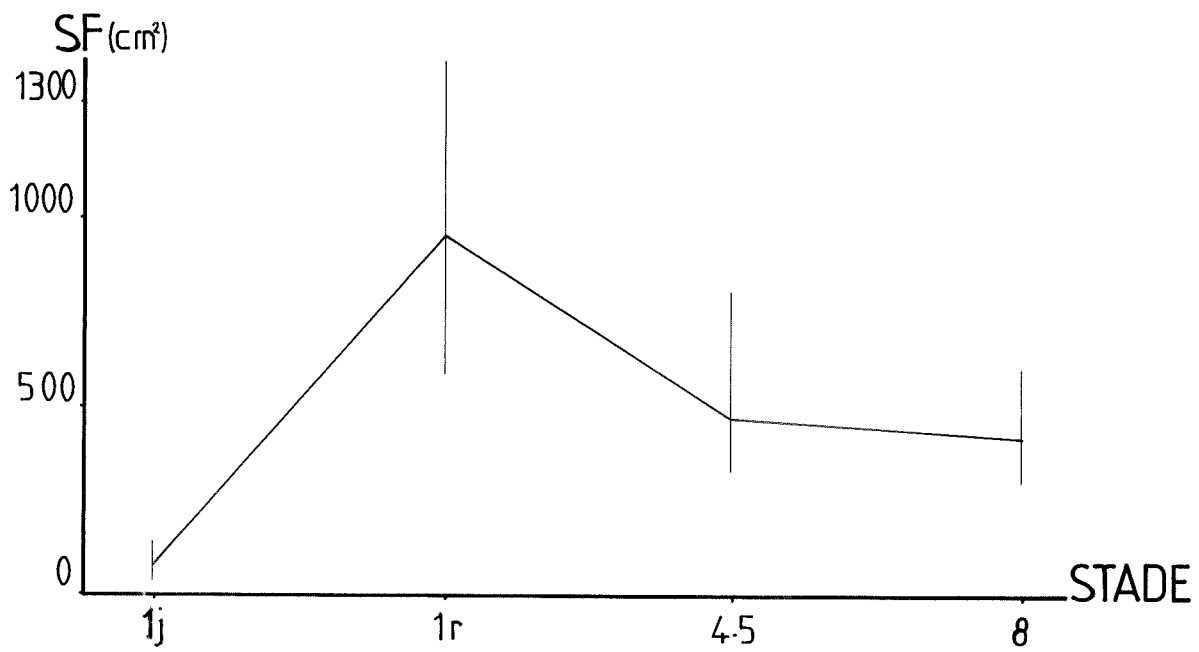


fig.105

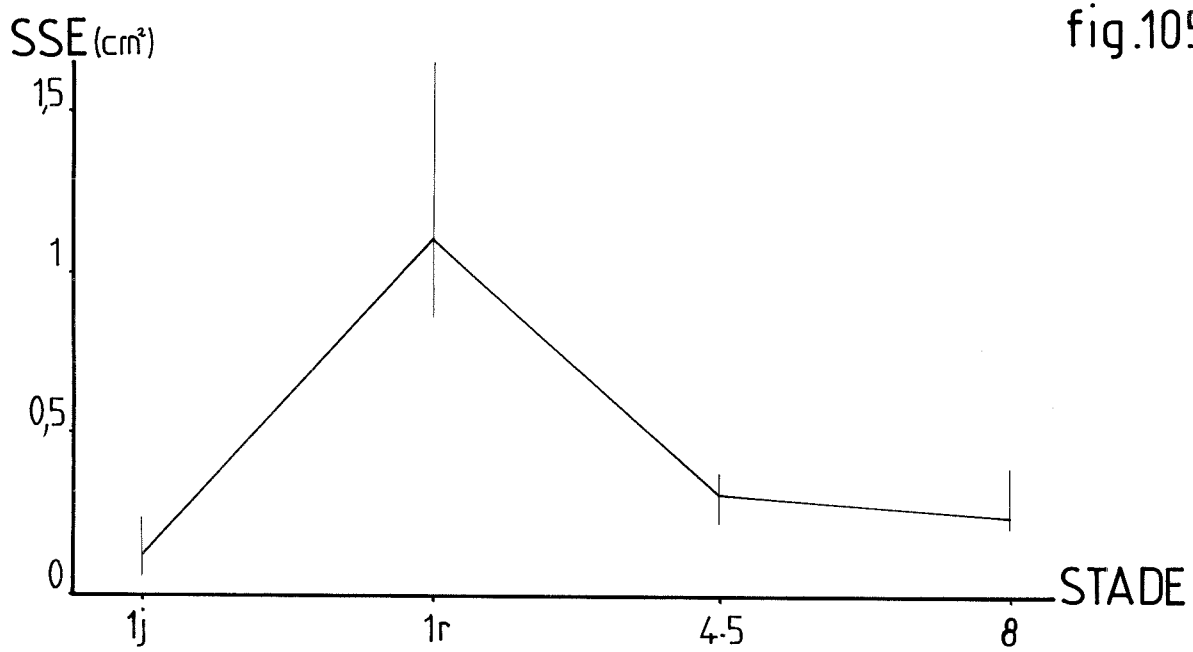


fig.106

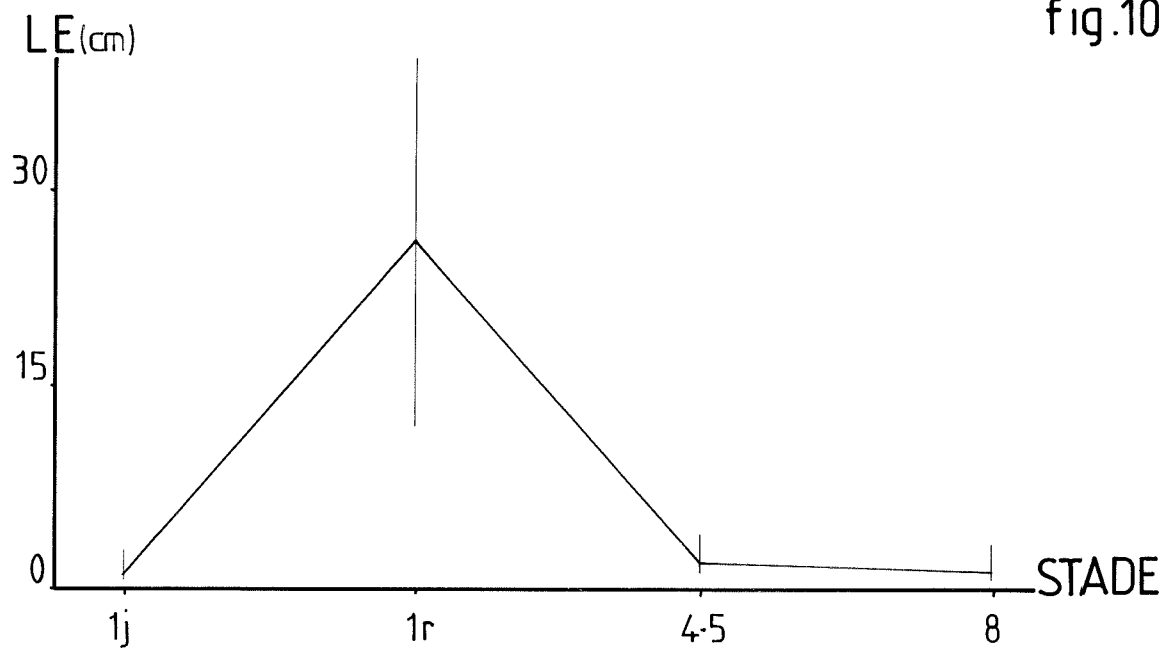


fig.107

-Palicourea guianensis ssp.guianensis-

-Figures 108 et 109 :Dessin des nuages de points et des

"patates" correspondant aux différents stades de

croissance.

Chaque niveau foliaire est représenté par la notation

adoptée pour les différentes zones d'échantillonnage

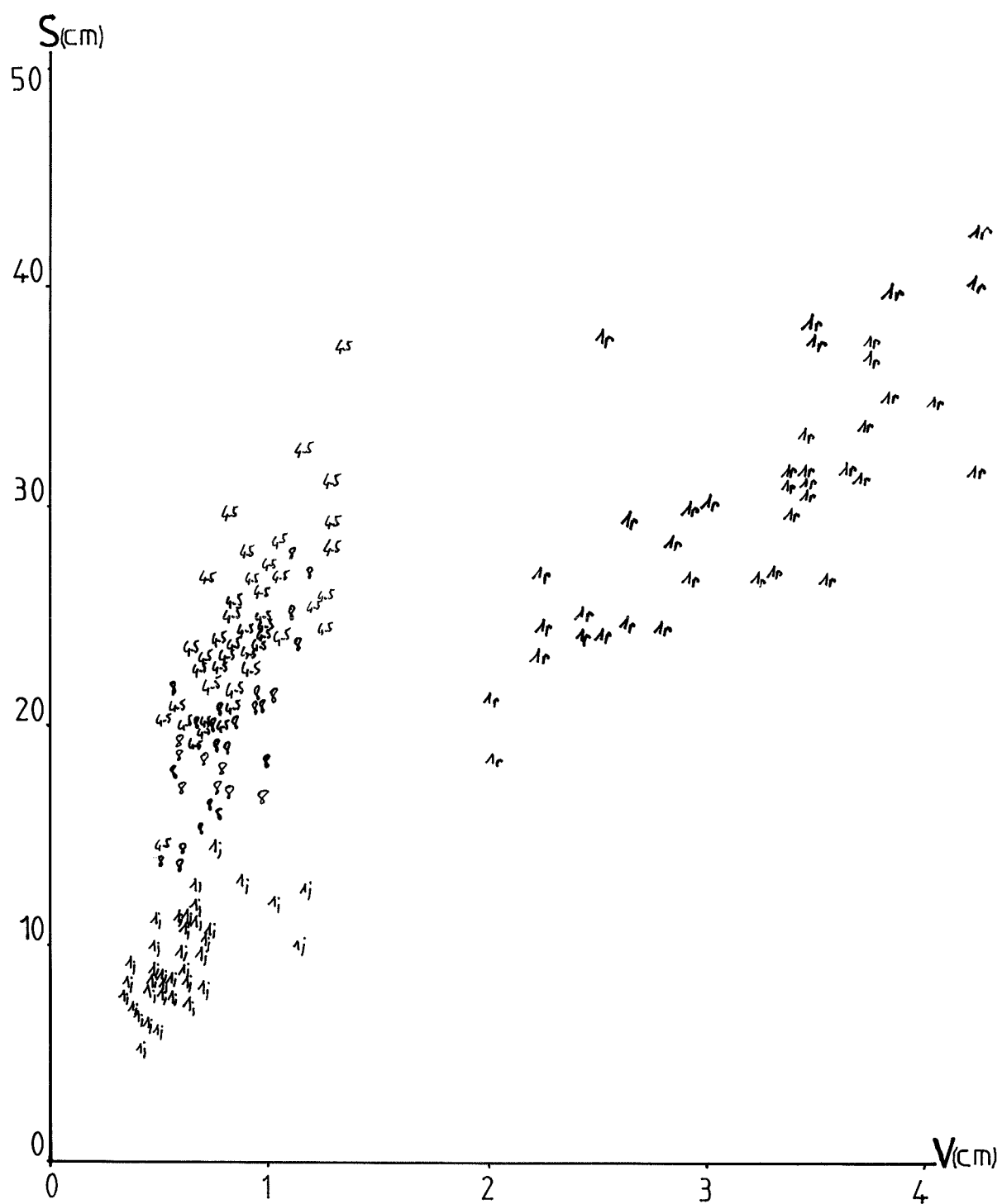


fig.108

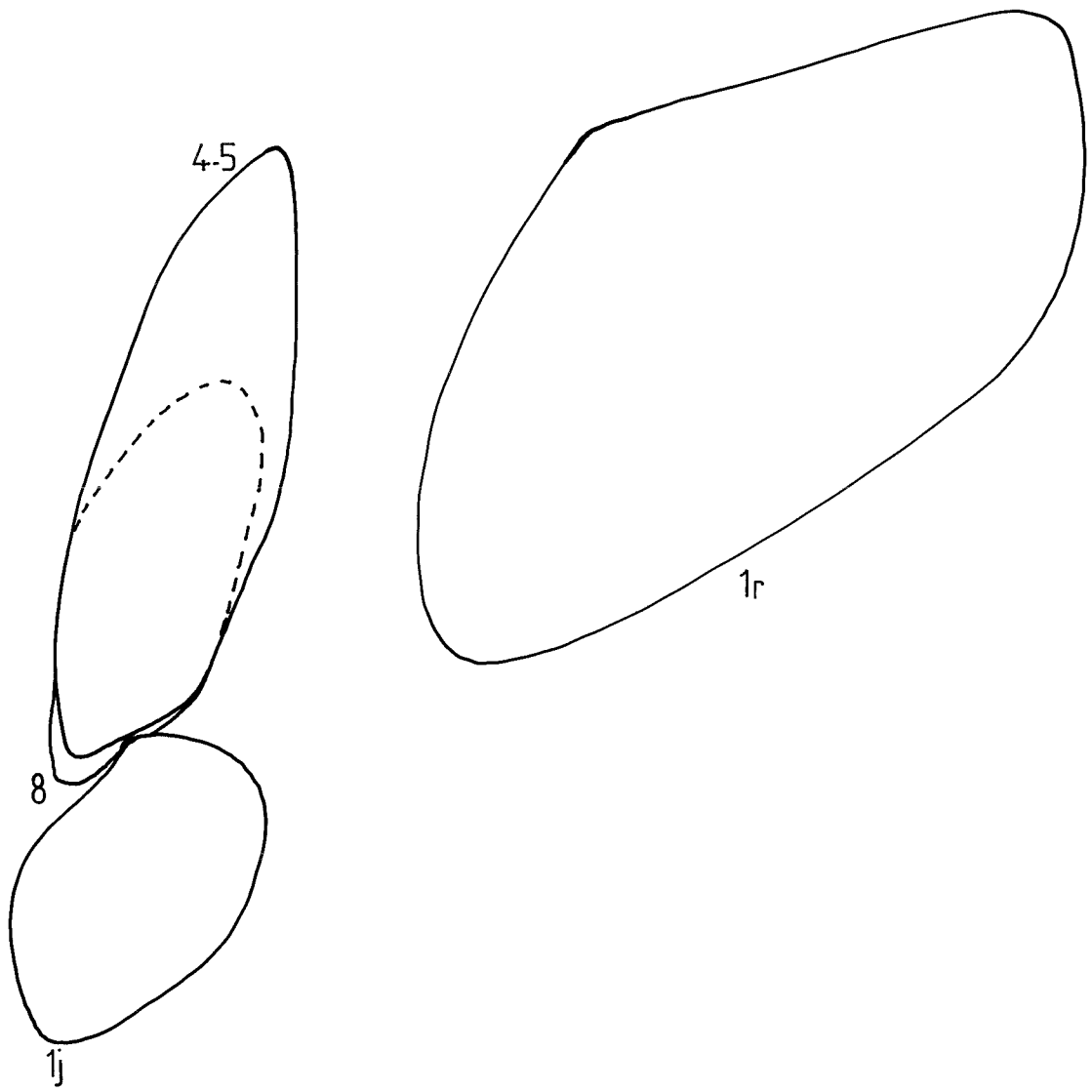


fig.109

-Palicourea guianensis ssp. guianensis-

-Figures 110 et 111 :Tracé des fonctions de répartition
de l'indice d'axialisation (Δ) pour les différents
stades de croissance

-Figures 112 et 113 :Tracé des fonctions de répartition
de l'indice de taille (T) pour les différents stades de
croissance

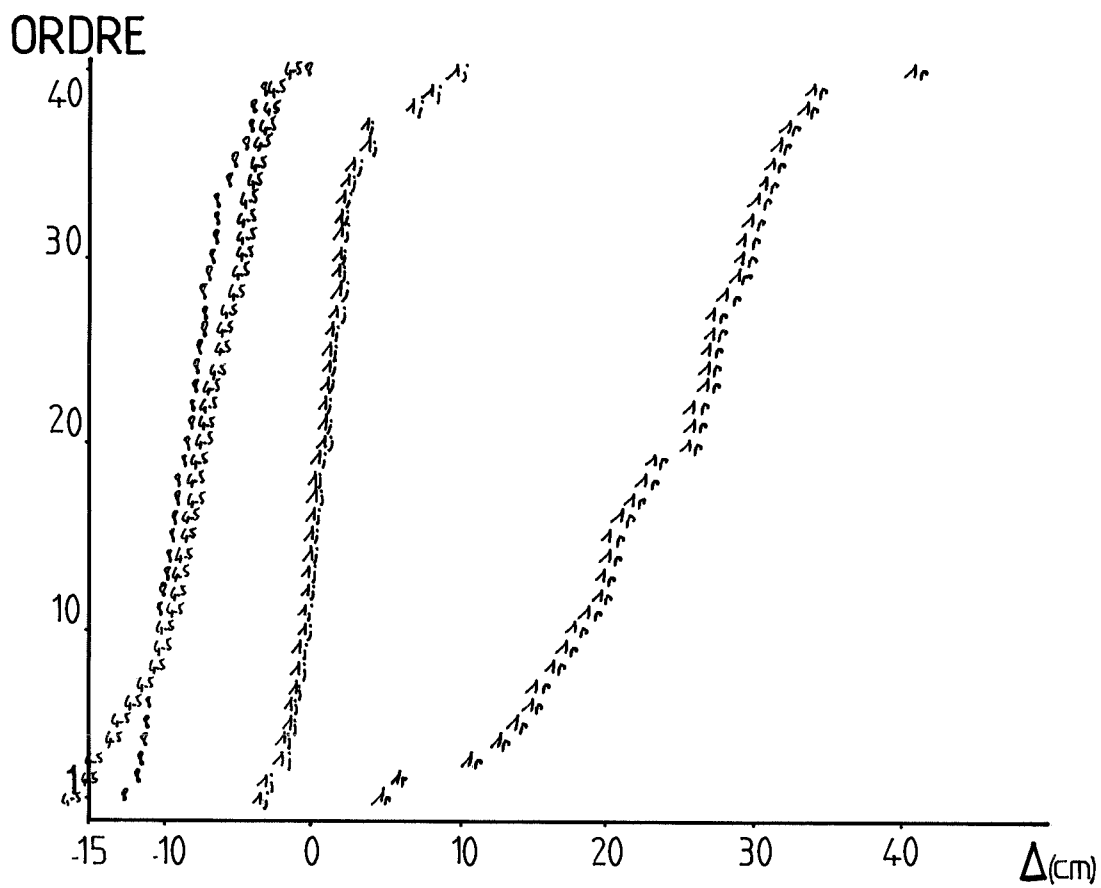


fig.110

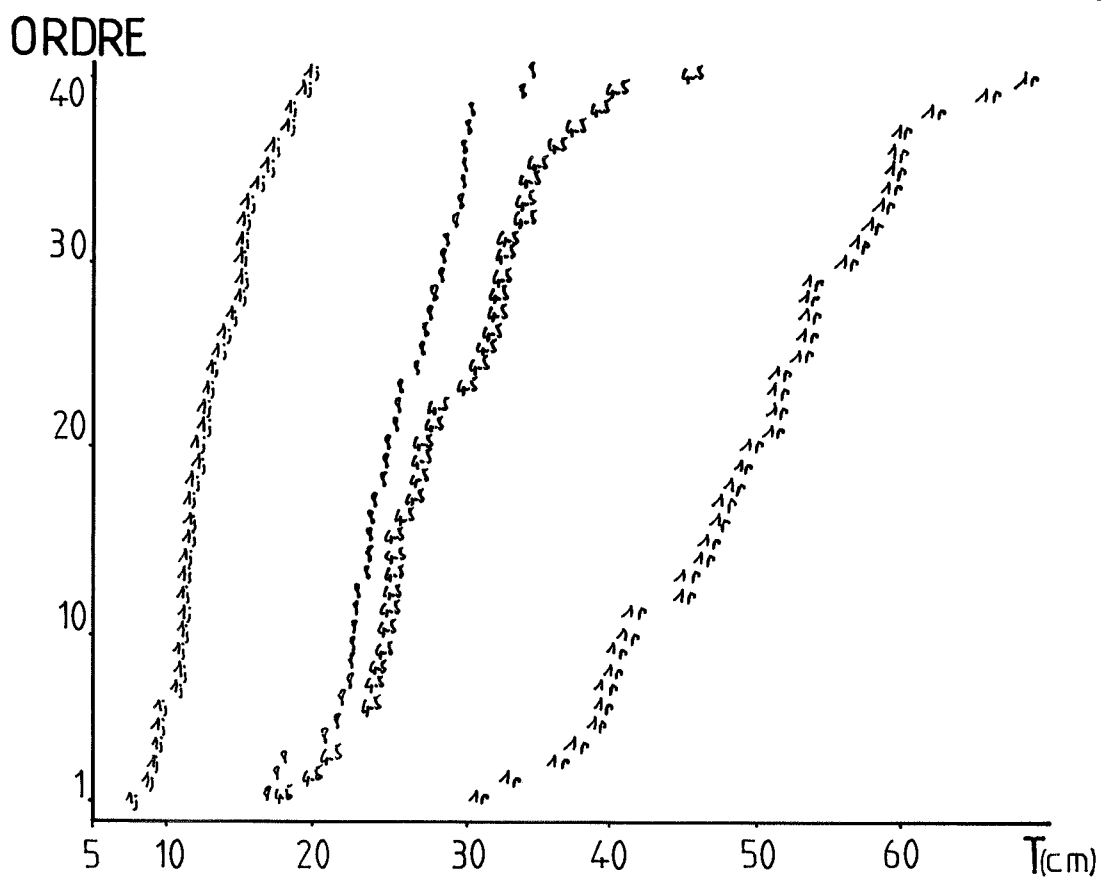


fig.112

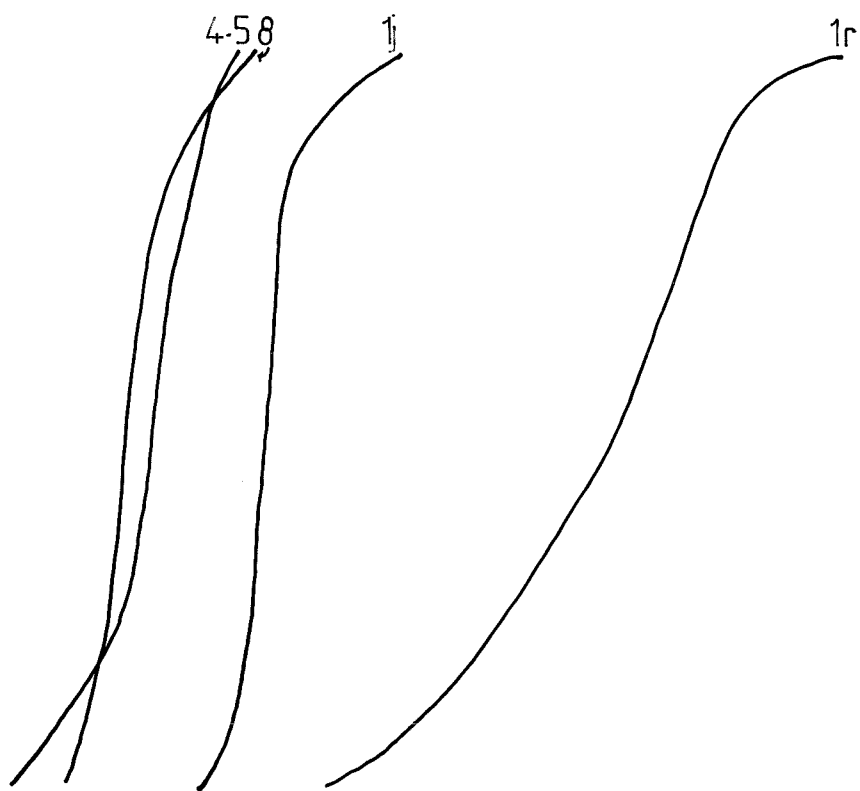


fig.111

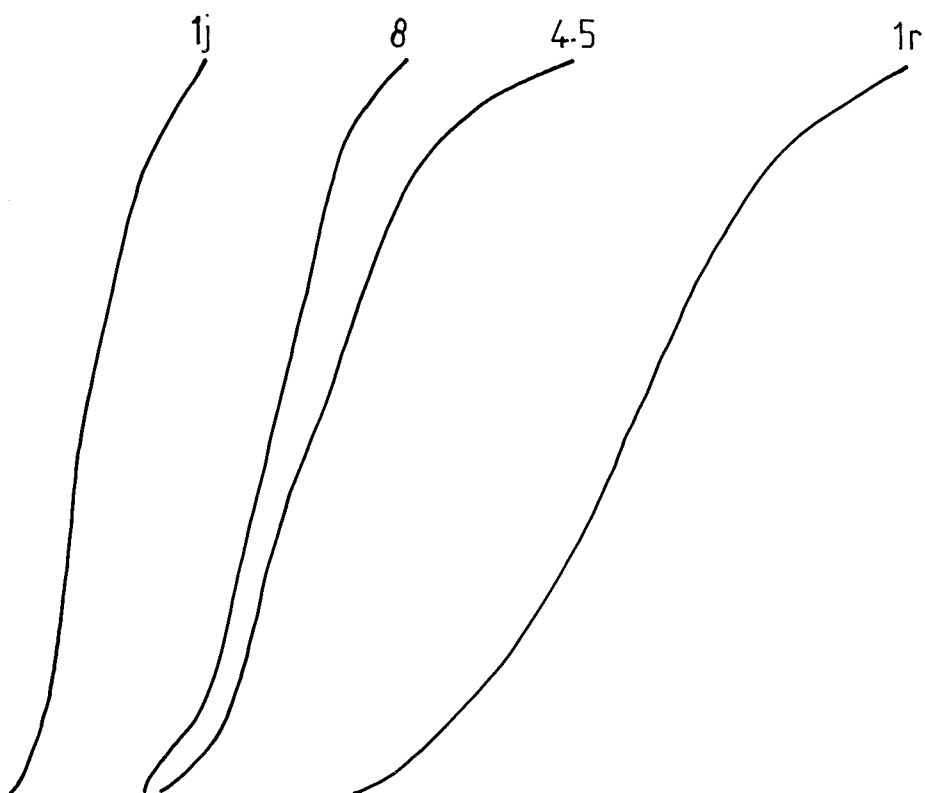


fig.113

-Palicourea guianensis ssp.guianensis-

Figure 114 :Evolution des indices de taille (T)et

d'axialisation (Δ)en fonction des stades de croissance

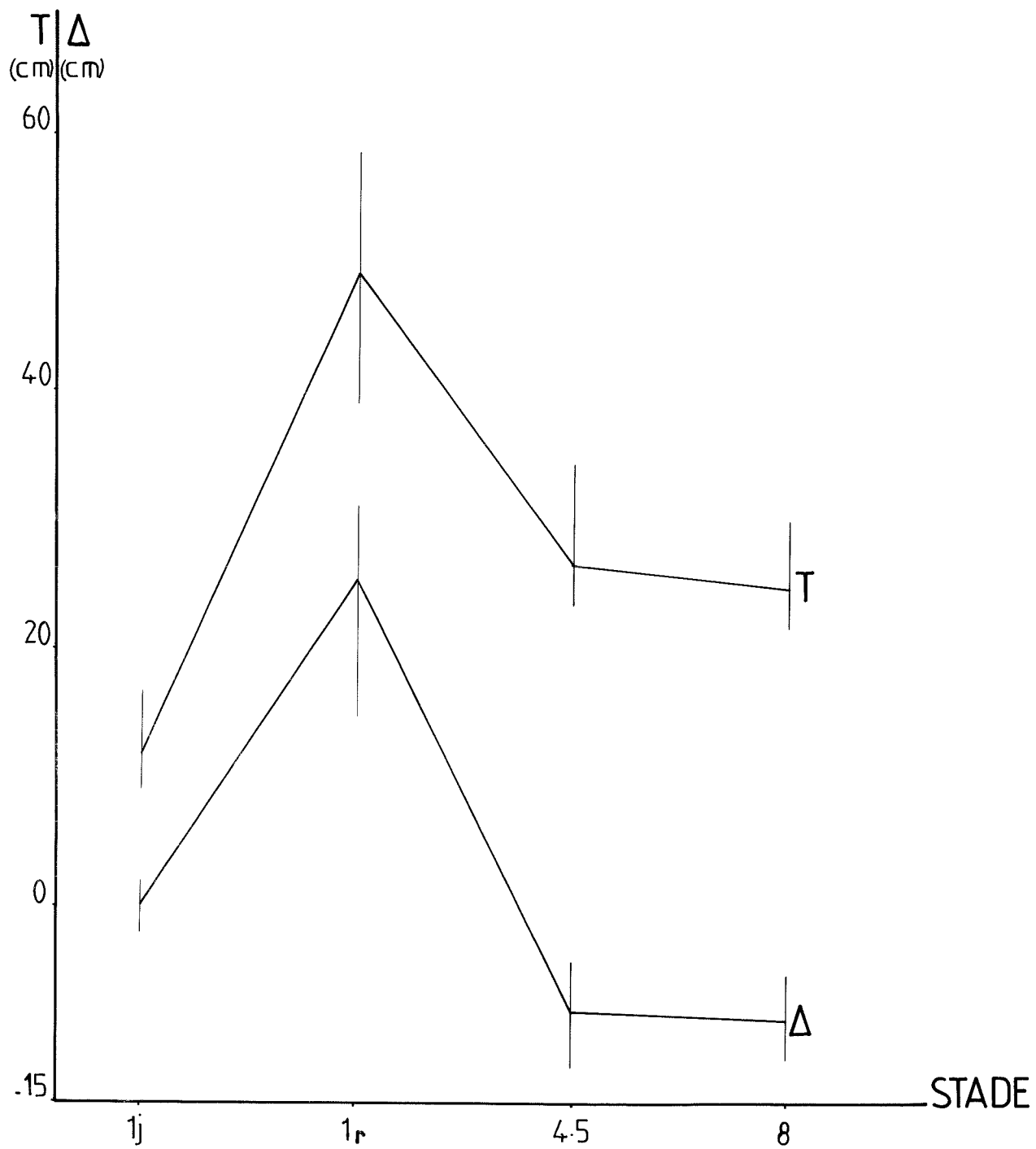


fig.114

-Palicourea guianensis ssp.guianensis-

"GRAPHE SIGNATURE"

-Figure 115 :Graphe en fil

-Figure 116 :Graphe en ruban

Les pointillés marquent la présence de la
sexualité

Les flèches indiquent le sens de l'évolution
ontogénique

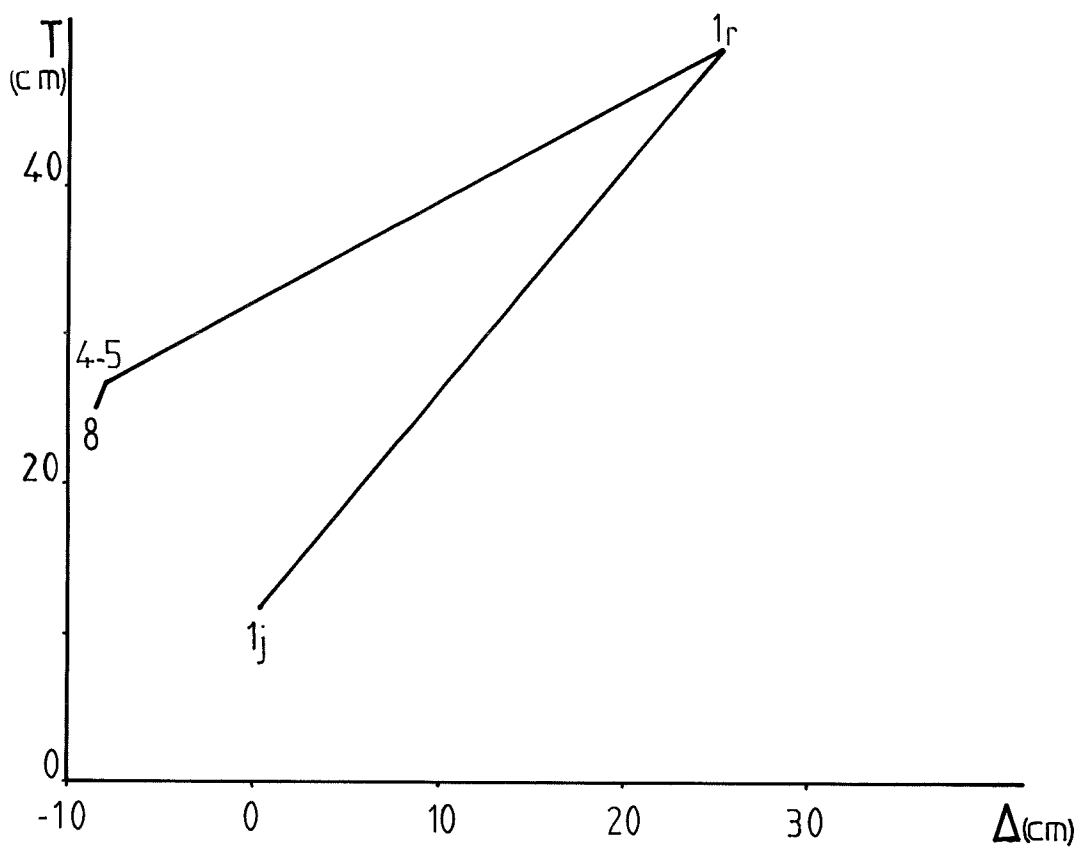


fig.115

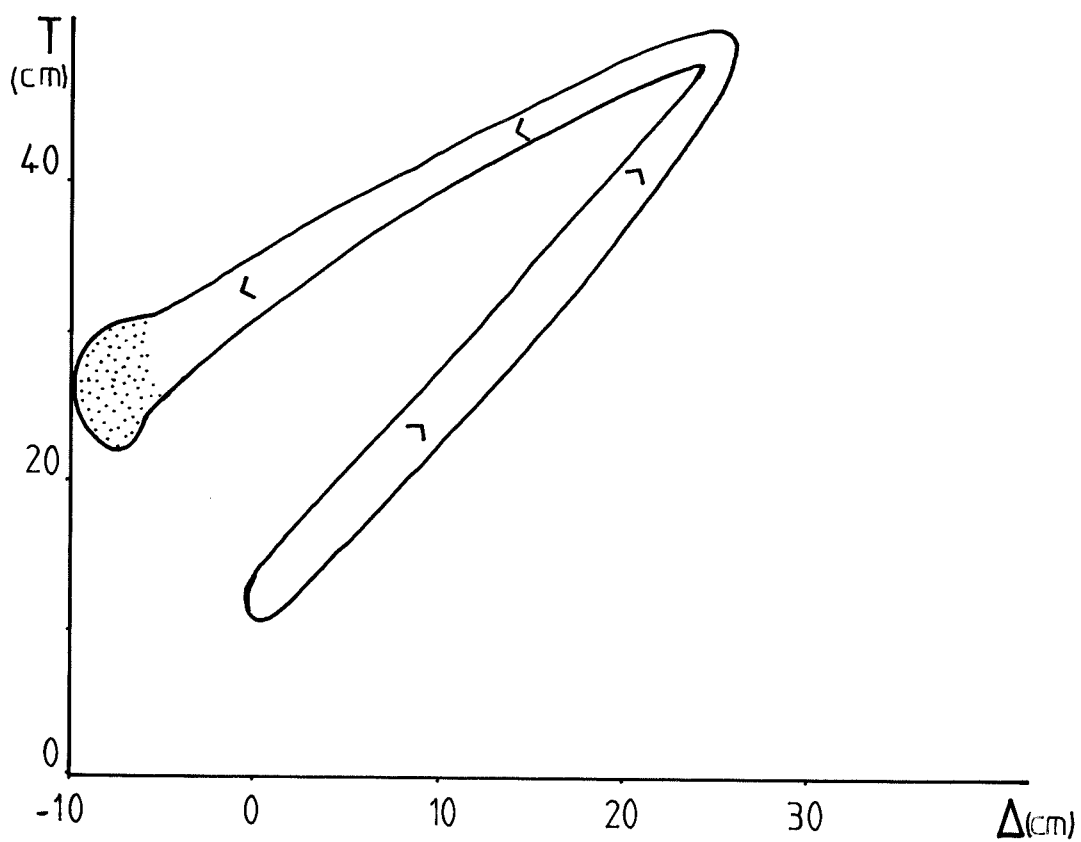


fig.116

II - 8 - 5 - Synthèse

Les six semaines d'observation n'ont pas permis d'enregistrer une croissance suffisante pour fournir des données de vitesse de croissance fiables. En effet sur trente axes marqués seuls quelques uns manifestaient un début de croissance.

Trois phases peuvent être distinguées dans la croissance de Palicourea guianensis.

- Première phase : Il s'agit de l'axe principal en début de croissance. Il est de petite taille et moyennement foliarisé.
- Seconde phase : Ce même axe s'est considérablement développé et ramifié. Sa taille est maximale et il est très axialisé.
- Troisième phase : Elle comprend les axes florifères. Les dimensions sont moyennes. Ces axes sont très foliarisés.

Ces différents éléments nous permettent à présent de proposer pour Palicourea guianensis le schéma virtuel de la Figure 117.

NOTE : La difficulté de prélèvement d'axe d'ordre 1 à plusieurs mètres de hauteur n'a pas permis d'obtenir des résultats statistiquement fiables pour cette zone. Toutefois il m'a semblé que l'axe principal suivait une évolution comparable à celle des ramifications latérales avec notamment une diminution marquée de la taille.

-Palicourea guianensis ssp. guianensis-

Figure 117: SCHEMA VIRTUEL


-Les échelles de hauteur et de longueur ont été respectées dans la mesure où l'ensemble restait lisible

-La structure en forme de cône renversé à la base des axes rend compte de l'augmentation de leur diamètre primaire parallèle à leur croissance en longueur

-Symboles utilisés:

*  Inflorescence

*  Entre-noeuds

*  Zone d'échantillonnage

* "1j" Notation adoptée pour la zone d'échantillonnage

*  Tissus secondaires

*La valeur prise par les paramètres synthétiques T et Δ est donnée en face des cadres hachurés représentant les zones d'échantillonnage. Suivant les cas ces valeurs de T et Δ peuvent être communes à plusieurs zones d'échantillonnage

Le code suivant a été adopté:

$\Delta \backslash T$	élevé T	moyen T	faible T
élevé Δ	T Δ	T Δ	T Δ
moyen Δ	T Δ	T Δ	T Δ
faible Δ	T Δ	T Δ	T Δ

hauteur (en m.)

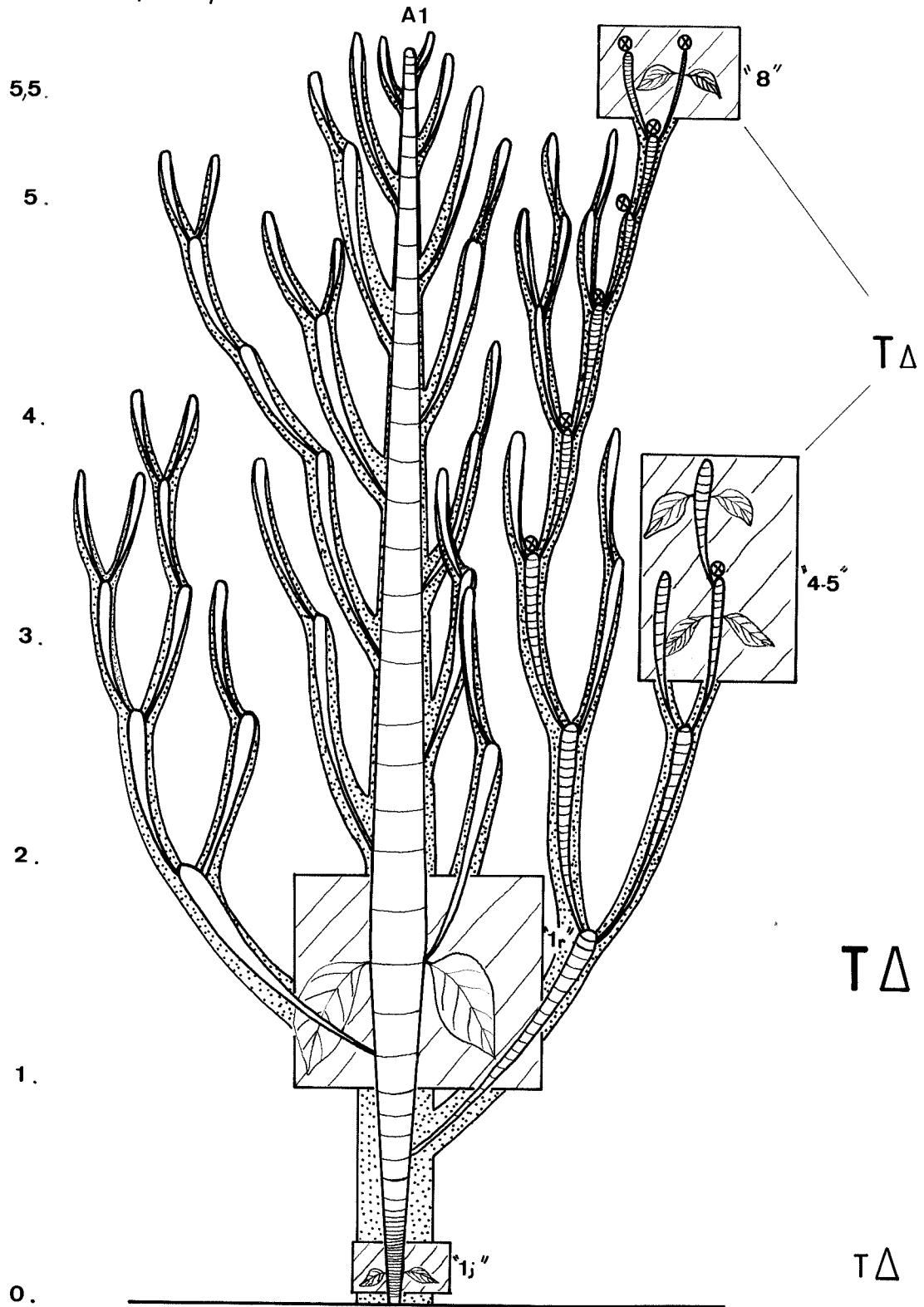


fig.117

Ricinus communis L.



II - 9 - Ricinus communis L. - EUPHORBIACEAE

"RICIN"

Herbier : LAURI PE.n° 176

(Herbier du centre ORSTOM de NOUMEA - NOUVELLE CALEDONIE)

Site d'étude : TAREMENE - MARE- NOUVELLE CALEDONIE

Originnaire d'Ethiopie (VAN DEN ABEELE et coll. 1956 (1)) , cette espèce **nettement** anthropophile semble s'être répandue très tôt vers l'Asie puis dans toute la zone tropicale et méditerranéenne.

Le Ricin (désignant non seulement cette espèce mais également R. persicus et R. zanzibarensis qui sont deux espèces voisines) est en effet cultivé pour ses graines oléagineuses aux utilisations très variées (c'est notamment l'origine du RILSAN, matière plastique d'origine végétale de grande qualité utilisée pour la fabrication de fibres textiles et dans l'armement).

En Nouvelle Calédonie, cette plante pluri-annuelle à grand développement racinaire est largement dominante dans la première vague d'espèces colonisatrices, sur terrain récemment défrichés. Elle sera ensuite relayée par Psidium guajava

Ses inflorescences en grappes coniques de 0,1 à 0,3 m de long sont dressées en bout d'axe. Les fruits sont des capsules hérissées de pointes, de 0,5 à 2 cm de diamètre, plus ou moins déhiscentes à maturité (Planche 14-A).

On **notera** enfin que cette espèce vivace sous les tropiques se comporte comme une annuelle de petite taille en climat tempéré.

(1) Cité dans le "mémento de l'agronome" 1980.

II - 9 - 1 - Présentation morphologique

Adulte cette petite espèce sous-ligneuse dépasse rarement 3,5 m.

La phyllotaxie est alterne spiralée (2/5).

Bien qu'il n'y ait pas de forme juvénile caractéristique on remarque une complexification du limbe foliaire liée à sa taille. Le nombre de lobes évolue ainsi avec la croissance de la plante : 6-8 lobes pour les feuilles de l'axe à la sortie du sol (Planche 14-B), 9-10 lobes pour les feuilles produites par des axes de gros diamètre et à croissance rapide.

II - 9 - 2 - Mode de croissance

Les observations et les mesures portent sur des individus poussant en zone ouverte.

L'axe initial poursuit sa croissance en augmentant progressivement son diamètre jusqu'à 1,5-1,8 m maximum. Toutefois en zone très ouverte il a été observé des axes restés grêles et devenant florifères à 0,5 m de hauteur après avoir développé 13 à 20 entre-noeuds.

Cet axe produit alors une première ramification sylleptique à long hypopodium basai, puis au noeud suivant une seconde ramification et finalement donne une grappe dressée en position terminale (Planche 15-A et 15-B). Ces deux ramifications d'ordre 2 répètent le même schéma de croissance, de même que les ramifications d'ordre 3, 4 etc.

Nous avons donc là un mode de croissance modulaire, où chaque module se termine par une inflorescence, que l'on résumera ainsi :

- Axe initial orthotrope. C'est un sympode.

- Il produit systématiquement deux axes latéraux par ramification subterminale. Chaque axe latéral produit à son tour deux autres ramifications d'ordre 3 et ainsi de suite pour les axes d'ordre supérieur.

- La floraison est terminale sur tous les axes.

Ce schéma de croissance rattache Ricinus communis au modèle de LEEUWENBERG (Planche 16).

II - 9 - 3 - Zones d'échantillonnage

Les échantillons ont été prélevés à 5 niveaux différents.

1) L'axe initial entre 0,2 et 0,3 m de hauteur,
notation : "1j".

2) Ce même axe en pleine croissance avant qu'il ne se ramifie et fleurisse entre 0,8 et 1,5 m.
notation : "1a".

3) Les ramifications d'ordre 2.
notation : "2".

4) Les ramifications d'ordre 3.
notation : "3".

5) Les ramifications d'ordre 8.
notation : "8".

-Ricinus communis-

PLANCHE 14-A :Infrutescence

Capsules déhiscentes à maturité

PLANCHE 14-B :Jeunes feuilles comportant six à huit

lobes



-Ricinus communis-

PLANCHE 15-A :Grappe dressée(G) en position terminale

PLANCHE 15-B :Vestige d'une grappe(G) sur l'axe

d'ordre un(A1),et départ de deux relais d'ordre

deux(A2)



-Ricinus communis-

PLANCHE 16 :Modèle de LEEUWENBERG



II - 9 - 4 - Présentation graphique des résultats

Remarque préliminaire :

La SSE prise en compte ici est déduite du diamètre global de l'axe. Mais la coupe de l'axe met en évidence l'existence d'une cavité centrale internodale assez importante. Des mesures effectuées sur quelques sections d'axes en croissance primaire montrent que la surface de conduction effective correspond à environ 70 % de la section brute. Toutefois de même que pour Cecropia obtusa j'ai considéré la surface totale de la section (cf. 2ème PARTIE II - 2 - 4).

Les Figures 118, 119 et 120 montrent les variations de SF, SSE et LE.

Les valeurs minimales sont observées en "1j", tandis que les plus hautes valeurs le sont en "1a" et (ou) "2". Les stades 3 et 8 ont des valeurs intermédiaires pour ces trois paramètres.

Les Figures 121 et 122 montrent une évolution semblable de s en fonction de v : "1j" et "2" s'opposent aux deux extrêmes, tandis que "1a", "3" et "8" sont intermédiaires.

Les Figures 123 - 124 montrent une évolution pratiquement nulle de Δ en fonction des stades; On remarque la grande dispersion des points pour le stade 2, qui recouvre le stade 1a à 80 %. Les autres stades sont très groupés : les deux extrêmes "3" et "1j" se recouvrent à 60 %.

Les Figures 125 - 126 indiquent, par contre, pour T une évolution importante entre "1j", "1a" puis "2" (ces deux derniers se recouvrant à 80 %). Les stades 3 et 8 marquent ensuite un retour vers "1j" ("3" est disjoint à 30 % de "1a" qui le précède et de "8" qui le suit).

Ces évolutions de T et Δ sont nettement visibles sur la Figure 127 : alors que l'indice de taille T montre une variation en forme de cloche, l'indice d'axialisation Δ ne varie pratiquement pas.

Ceci confère au "graphe signature" des Figures 128 et 129 une allure spécifique en \mathcal{S} qui rappelle ce que l'on a observé pour Miconia ciliata (cf. Figures 99 et 100).

-Ricinus communis-

-Figure 118 :Variation de la surface foliaire(SF)en
fonction du stade de croissance

-Figure 119 :Variation de la surface de la section de
l'entre-noeud(SSE)en fonction du stade de croissance

-Figure 120 :Variation de la longueur de l'entre-noeud
(LE)en fonction du stade de croissance

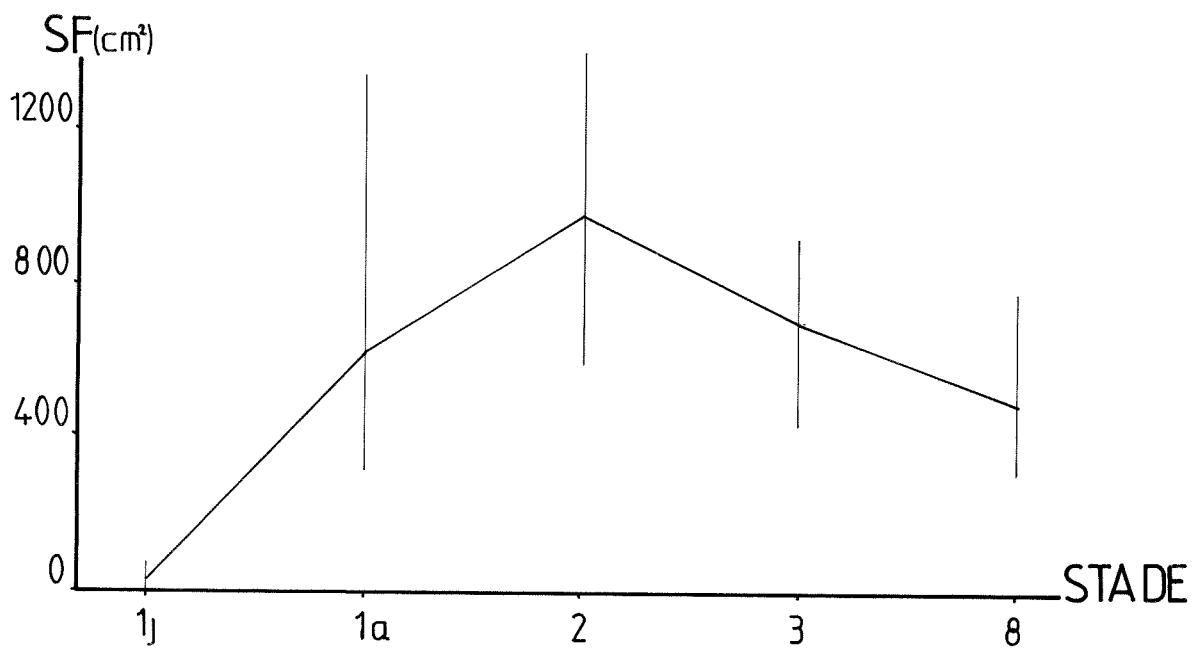


fig.118

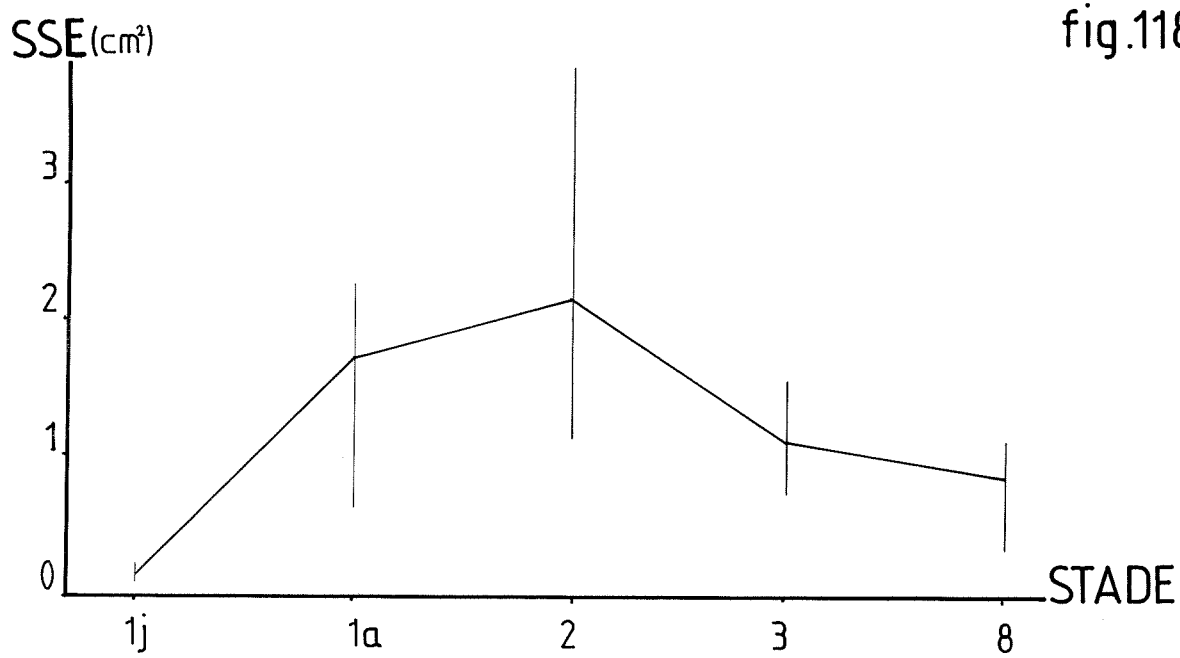


fig.119

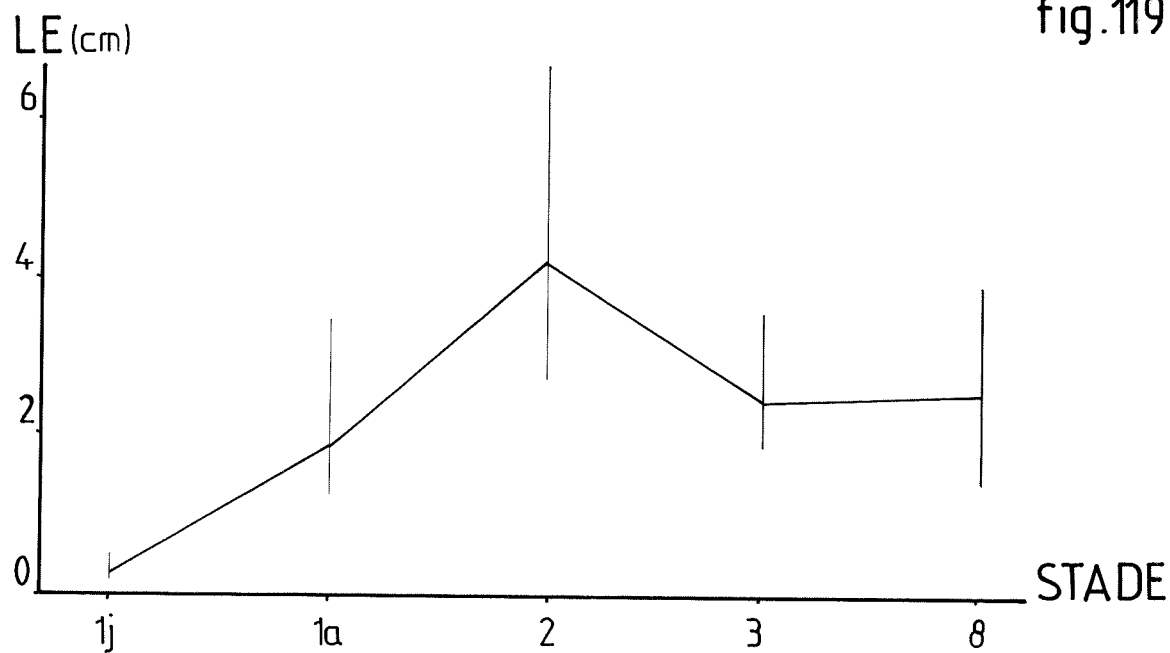


fig.120

-Ricinus communis-

-Figures 121 et 122 :Dessin des nuages de points et des
"patates" correspondant aux différents stades de
croissance.

Chaque niveau foliaire est représenté par la notation
adoptée pour les différentes zones d'échantillonnage

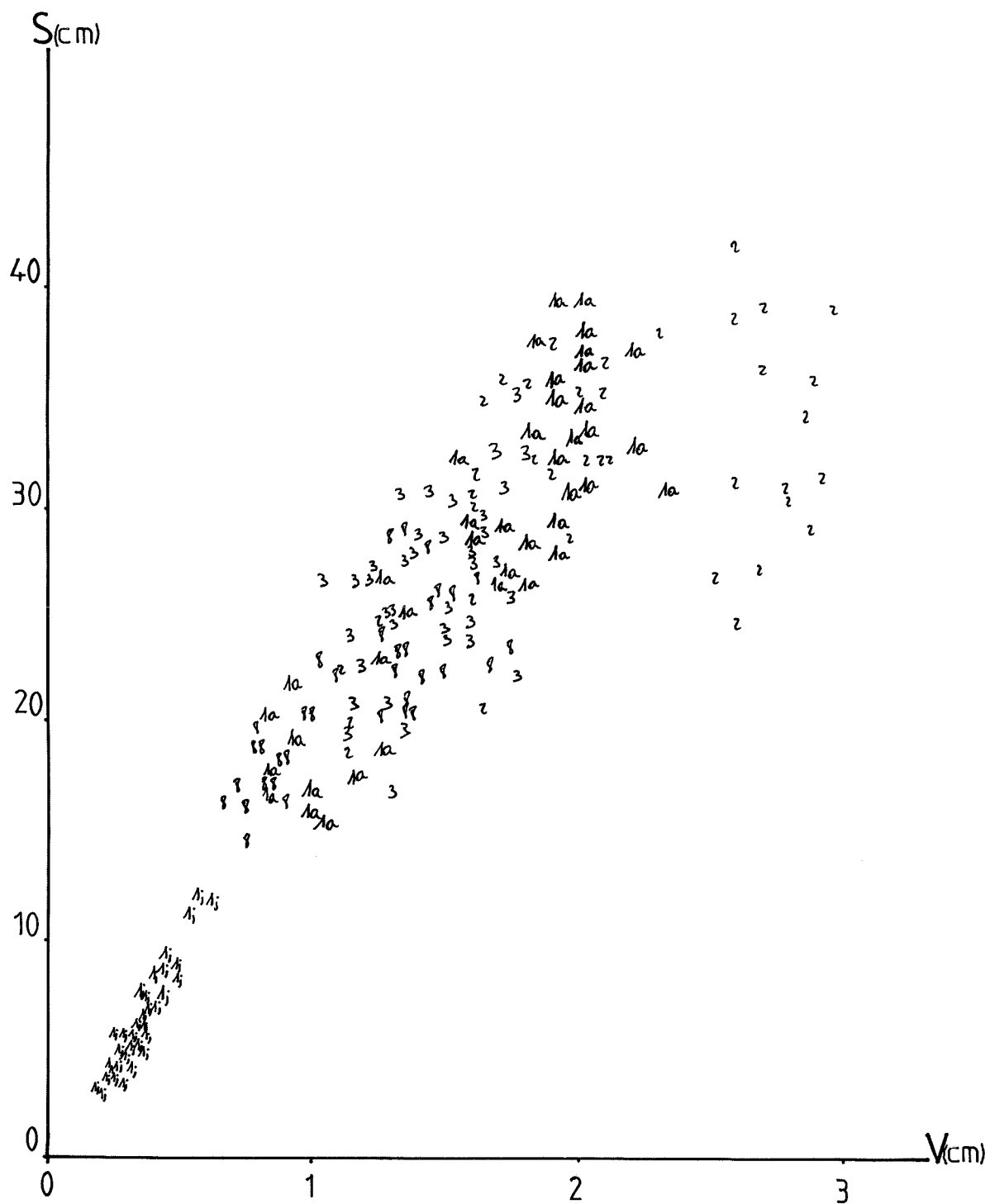


fig.121

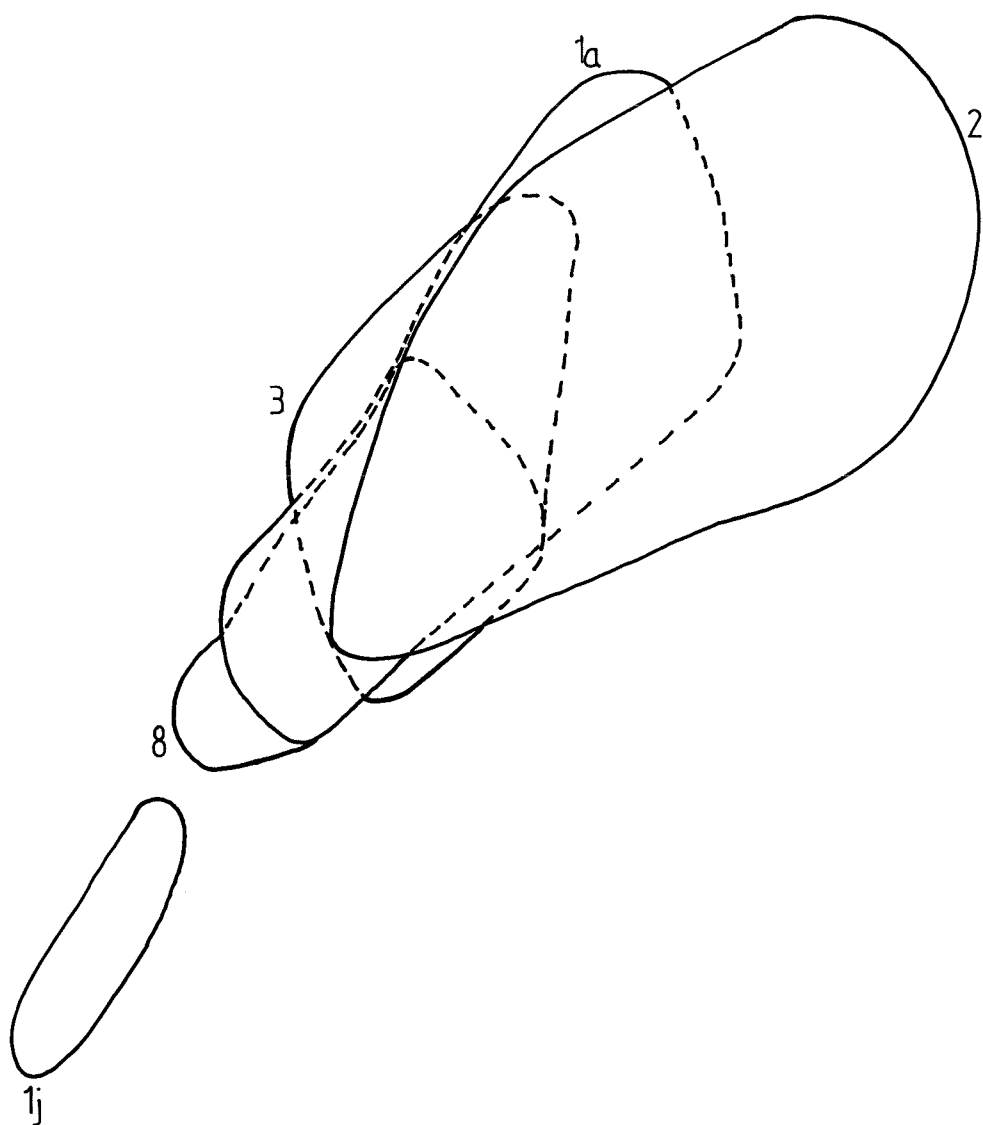


fig.122

-Ricinus communis-

**-Figures 123 et 124 :Tracé des fonctions de répartition
de l'indice d'axialisation (Δ) pour les différents
stades de croissance**

**-Figures 125 et 126 :Tracé des fonctions de répartition
de l'indice de taille (T) pour les différents stades de
croissance**

ORDRE

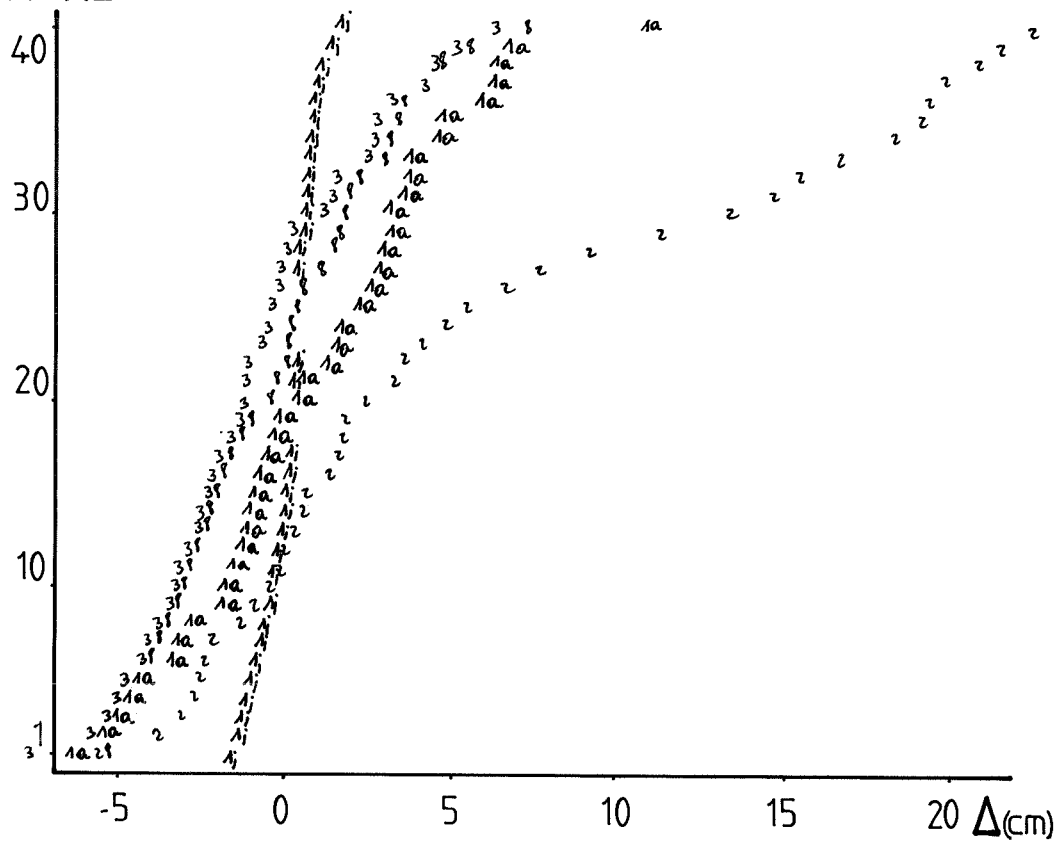


fig.123

ORDRE

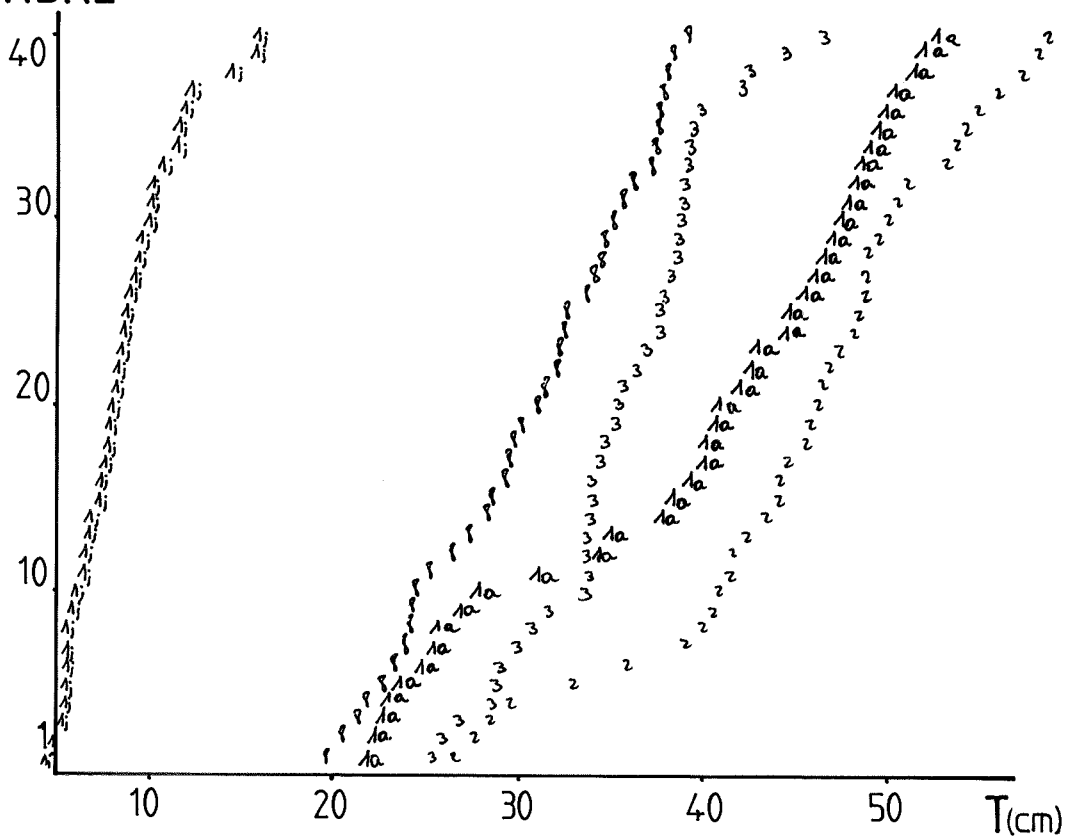


fig.125

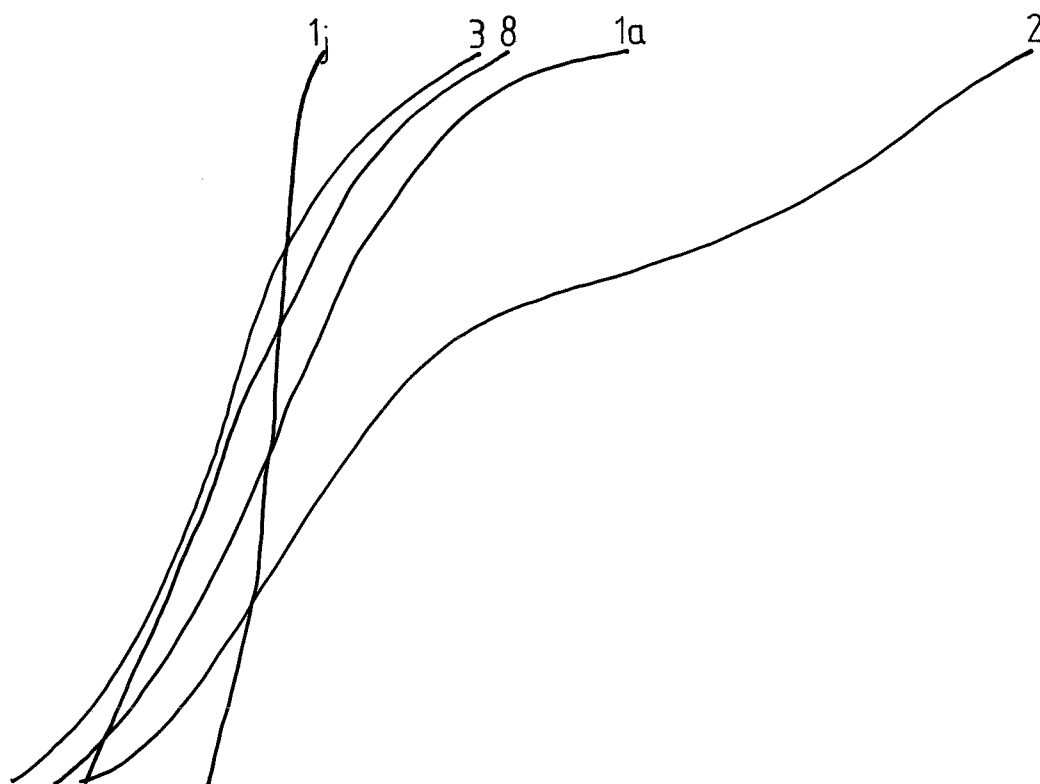


fig.124

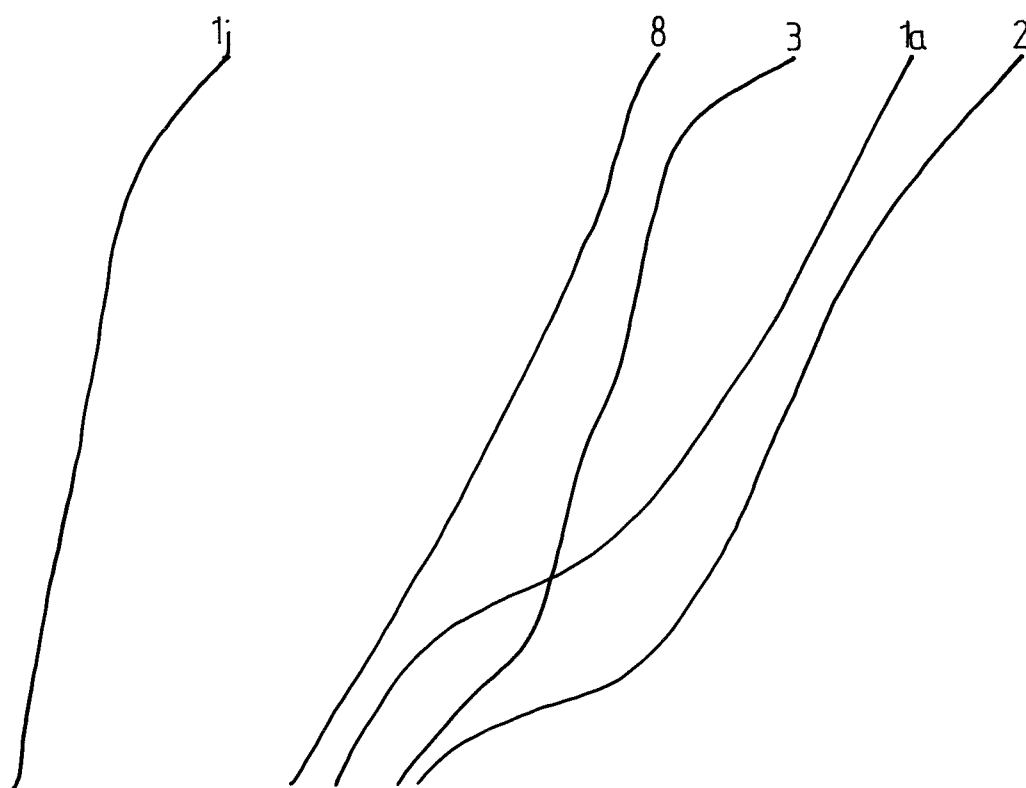


fig.126

-Ricinus communis-

Figure 127 : Evolution des indices de taille (T) et
d'axialisation (Δ) en fonction des stades de croissance

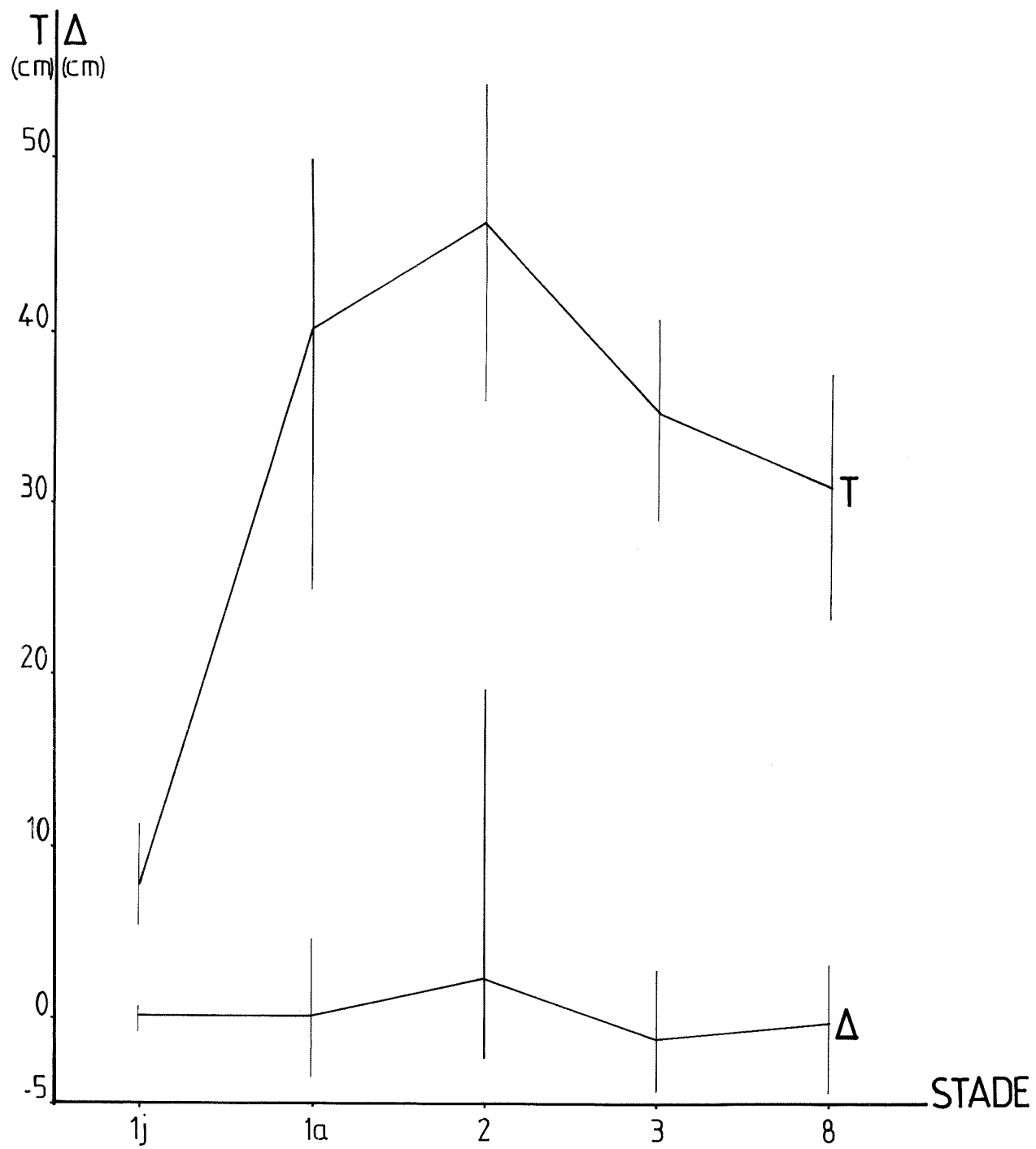


fig.127

-Ricinus communis-

"GRAPHE SIGNATURE"

-Figure 128 :Graphe en fil

-Figure 129 :Graphe en ruban

Les pointillés marquent la présence de la
sexualité

Les flèches indiquent le sens de l'évolution
ontogénique

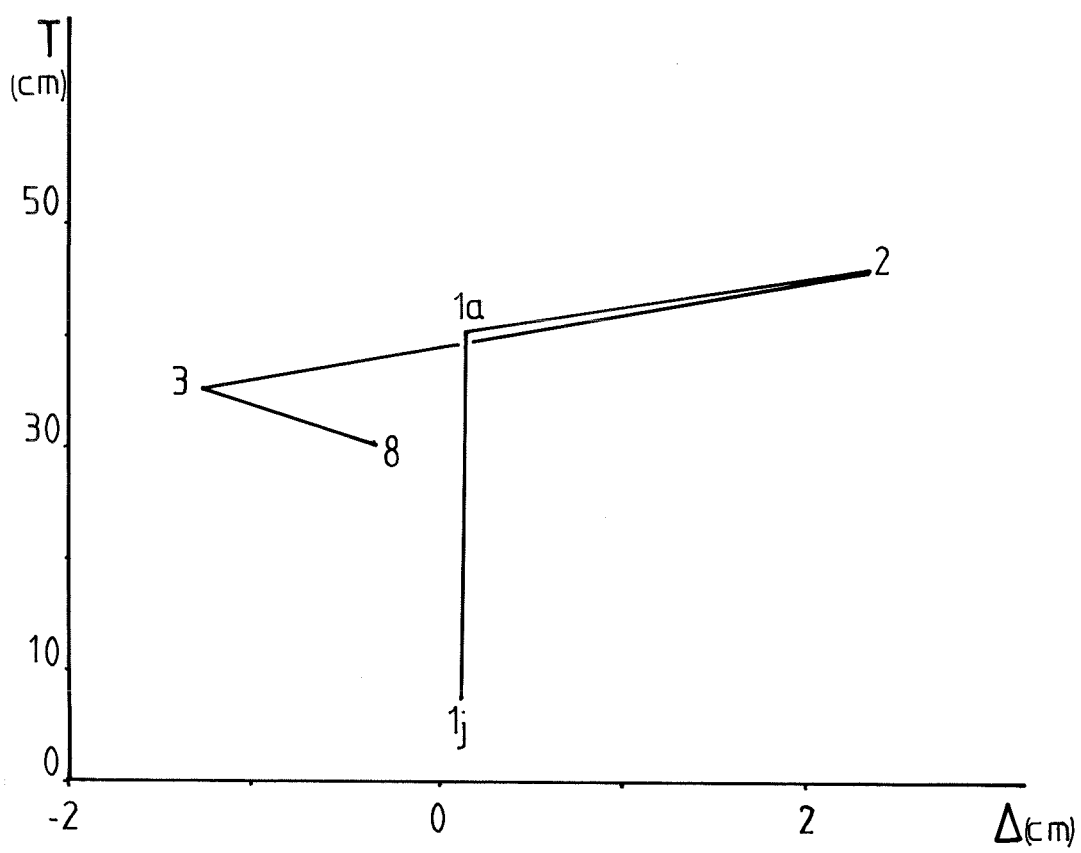


fig.128

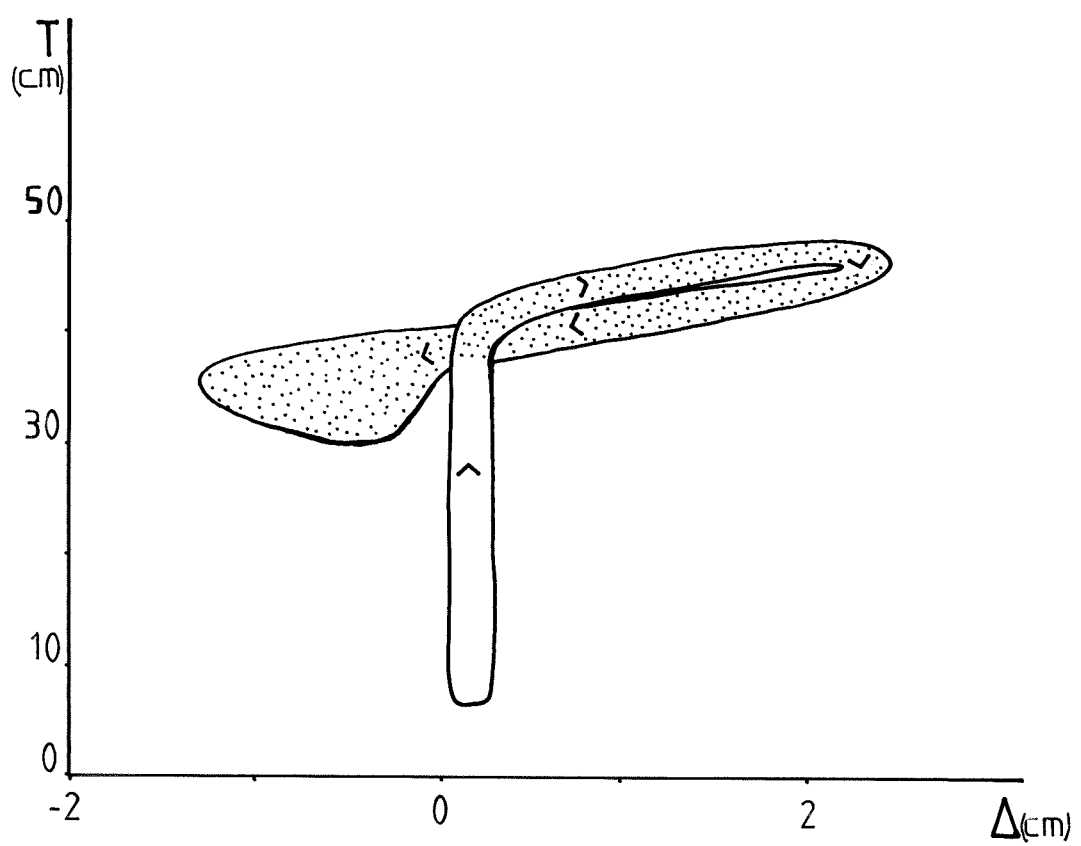


fig.129

II - 9 - 5 - Données de vitesse de croissance

Trente axes ont été récoltés.

En quatre semaines, le nombre d'entre-noeuds développés varie de trois à sept ce qui donne un plastochrone variant de 4 à 9 jours (respectivement pour un axe "2" et un axe "1j"). La vitesse d'allongement des axes varie de 0,2 à 11,3 cm /semaine (respectivement pour des axes en "1j" et en "2").

Ces mesures ont par ailleurs permis de constater que l'"ensemble assimilateur" (1) terminal sur un axe au stade "1a" se renouvelle totalement en un mois environ (la plus jeune feuille marquée par baguage du pétiole, devient un mois plus tard la plus vieille de l'"ensemble assimilateur").

La Figure 130 permet de distinguer 2 nuages de points distincts.

Le premier correspond aux stades 1j et 1a. Les valeurs de Δy sont pour l'essentiel négatives. La corrélation $L-\Delta y$ est négative ($r = -0,646$).

Le second correspond aux stades 2 et 3. Les valeurs de Δy sont pour l'essentiel positives. La corrélation $L-\Delta y$ est fortement positive ($r = 0,979$).

La Figure 131 montre une forte corrélation positive entre L et T ($r = 0,851$).

(1) Patrick BLANC (communication personnelle) préconise ce terme pour désigner l'ensemble des feuilles assimilatrices présentes à un moment donné sur un groupe d'axes ou sur un seul axe, constituant une jeune plante. C'est avec cette deuxième acception qu'il est utilisé ici.

Autrement dit quelque soit l'axe considéré plus il est de grande taille plus sa croissance est rapide, avec un plastochrone court. Par ailleurs pour les stades supérieurs à "1a" la corrélation $L-\Delta$ apparaît très bonne et positive. Mais le faible échantillonnage réalisé à ce niveau n'autorise pas de conclusions plus précises.

-Ricinus communis-

-Figure 130

Graphe indice d'axialisation-élongation axiale(Δ -L)

-Figure 131

Graphe indice de taille-élongation axiale(\top -L)

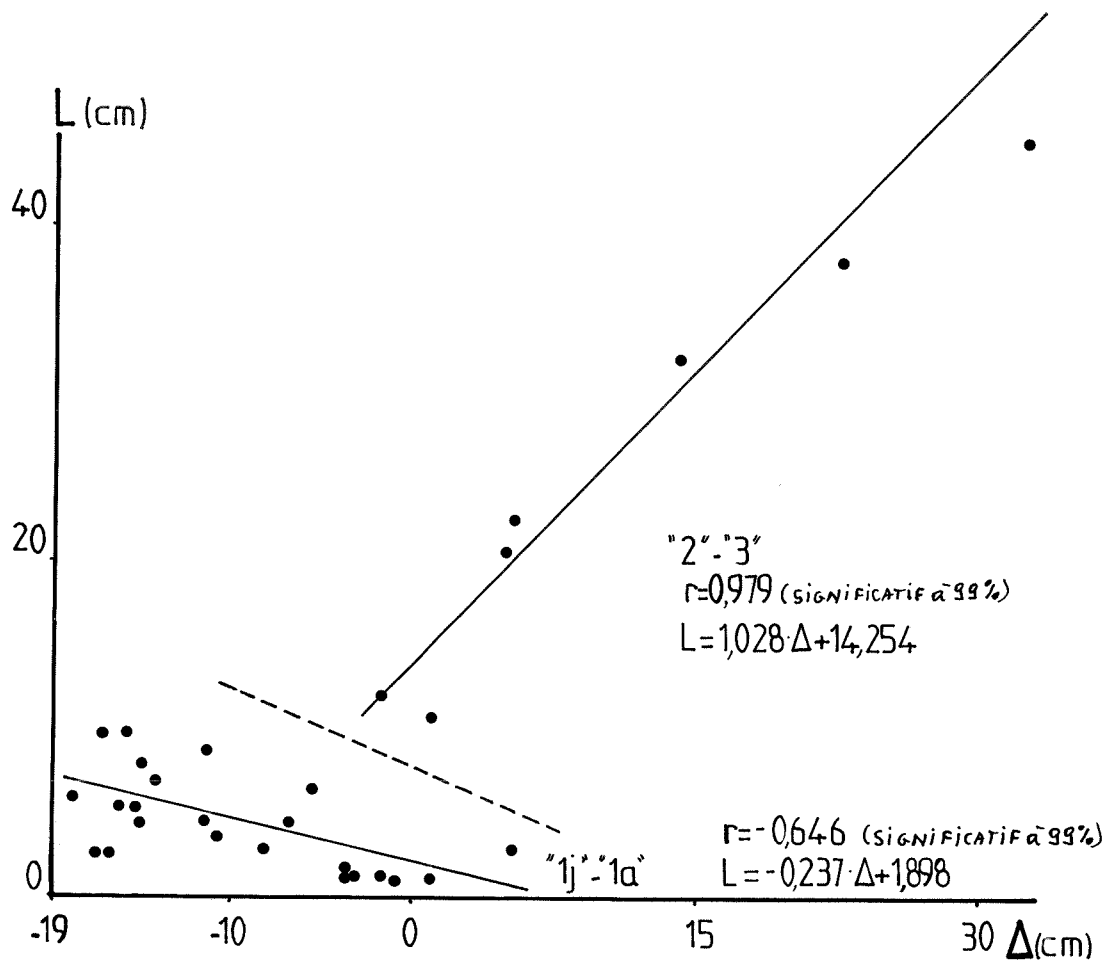


fig.130

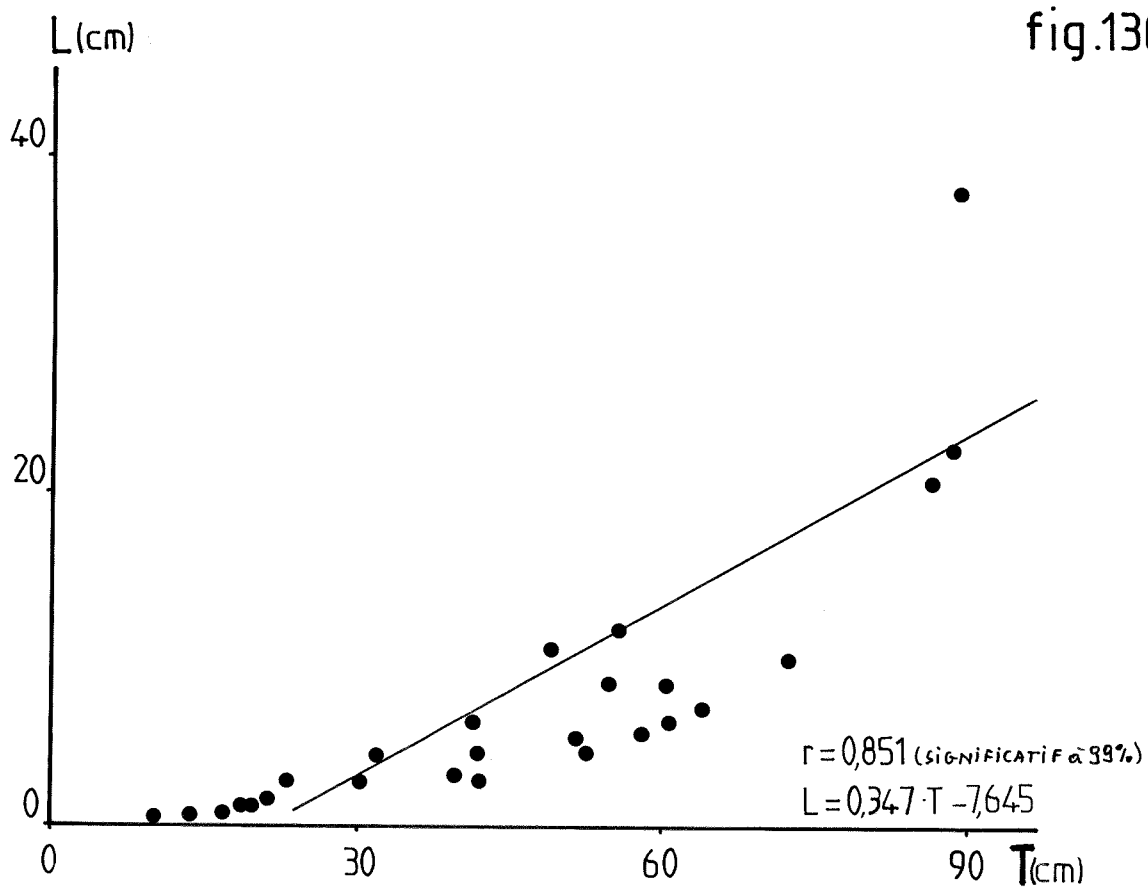


fig.131

II - 9 - 6 - Synthèse

Avant d'aborder la description proprement dite des différentes phases de croissance de cette espèce, il faut considérer l'étude particulière menée sur les inflorescences.

J'ai ainsi cherché à corréler la taille de l'inflorescence à SSE ainsi qu'à T, de l'entre-noeud végétatif précédant immédiatement l'inflorescence. Différentes possibilités d'estimation de la taille de l'inflorescence ont été envisagées. J'ai finalement retenu la mesure de la longueur de l'inflorescence (LI), de l'aisselle de la dernière feuille végétative de l'axe porteur à l'extrémité de l'inflorescence (Figure 132).

La taille de l'inflorescence est fortement corrélée à SSE ($r = 0,868$) et plus généralement avec la taille du dernier entre-noeud ($r = 0,629$) (Figures 133 et 134). On peut donc en déduire que plus l'axe porteur est de grande taille, avec notamment un diamètre important, plus l'inflorescence est développée.

Trois phases peuvent être distinguées dans la croissance de Ricinus communis :

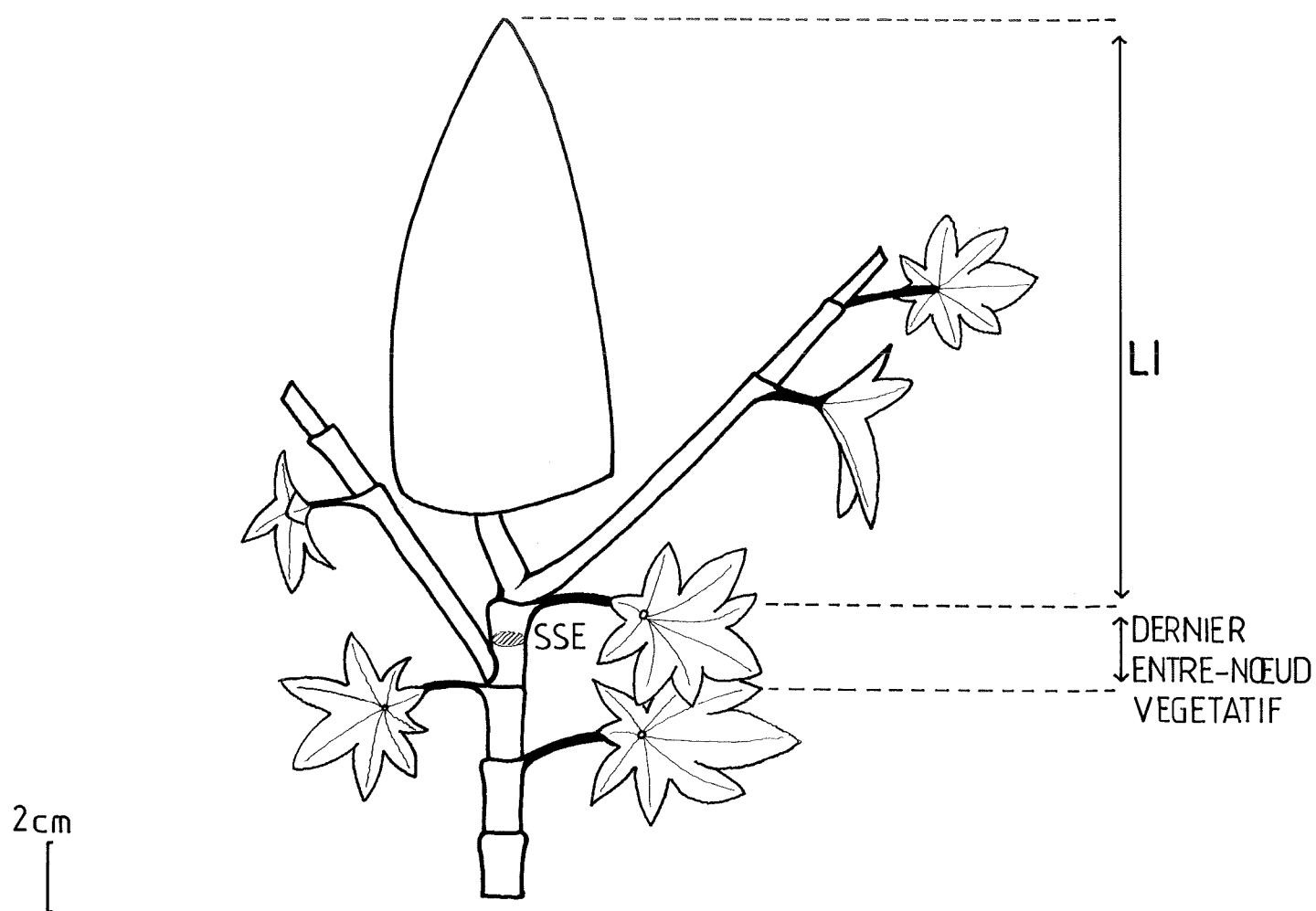
- Première phase : c'est l'axe initial quand il est jeune. Les paramètres de dimension (SF, SSE, LE) sont minimaux. Sa taille globale est donc faible. Il a une croissance lente.
- Seconde phase : Elle comprend les axes ou portions d'axes, "1a" et "1r". La taille y est maximale. La vitesse d'élongation des axes est élevée. Les inflorescences sont de grande taille.
- Troisième phase : Il s'agit des axes "3", "4" et au delà. La taille baisse progressivement pour atteindre une valeur moyenne. La vitesse de croissance diminue. La taille des inflorescences diminue avec la

ramification.

L'indice d'axialisation ne variant pratiquement pas, il n'intervient donc pas dans la distinction opérée entre ces phases.

Par ailleurs il est utile de rappeler que tous les stades à partir de "1a" sont florifères.

La Figure 135 résume les données graphiques et d'observation dans le schéma virtuel de Ricinus communis.



-Ricinus communis-

-Figure 132: Mesures de la longueur de l'inflorescence

(LI) et de la surface de la section du dernier

entre-noeud végétatif précédant celle-ci (SSE)

-Ricinus communis-

-Figure 133 :Graphe,surface de la section du dernier
entre-noeud végétatif(SSE)-longueur de l'inflorescence
sus-jacente(LI)

-Figure 134 :Graphe indice de taille du dernier
entre-noeud végétatif(T)-longueur de l'inflorescence
sus-jacente(LI)

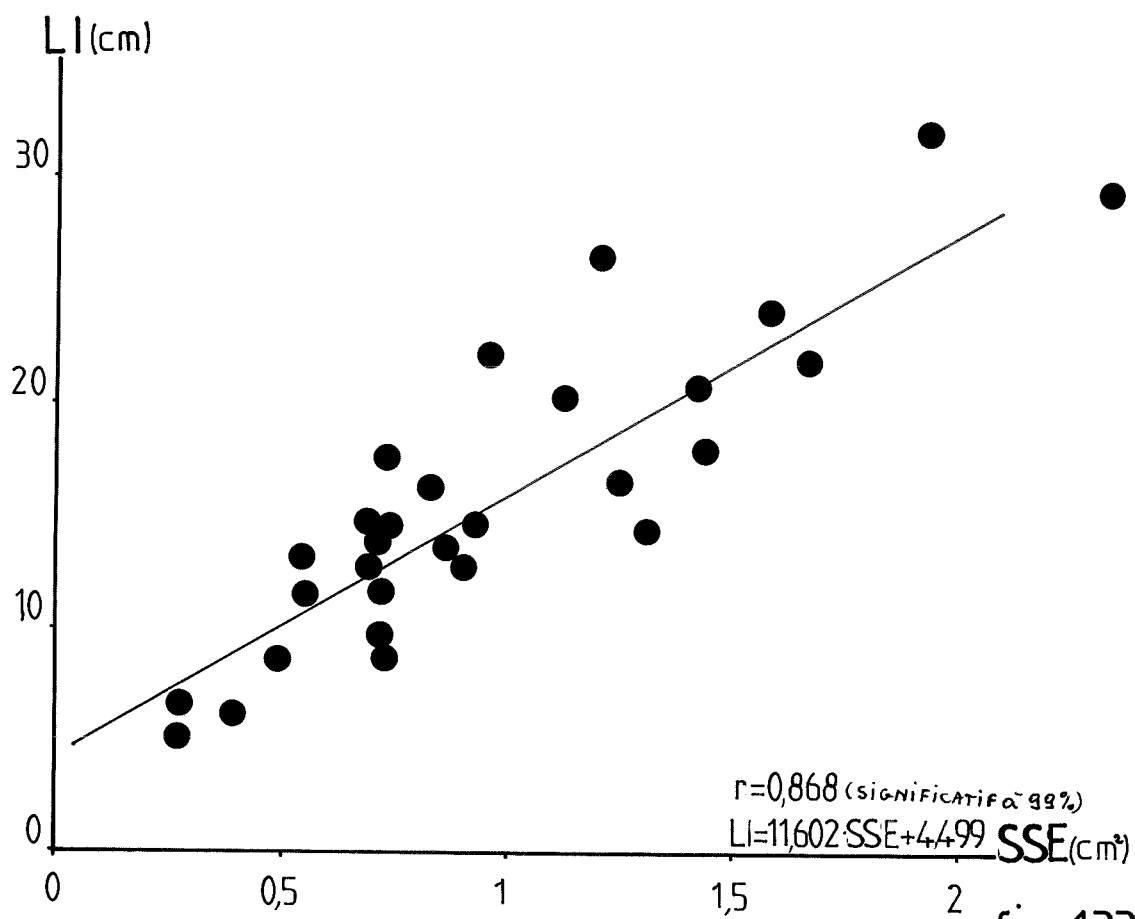


fig.133

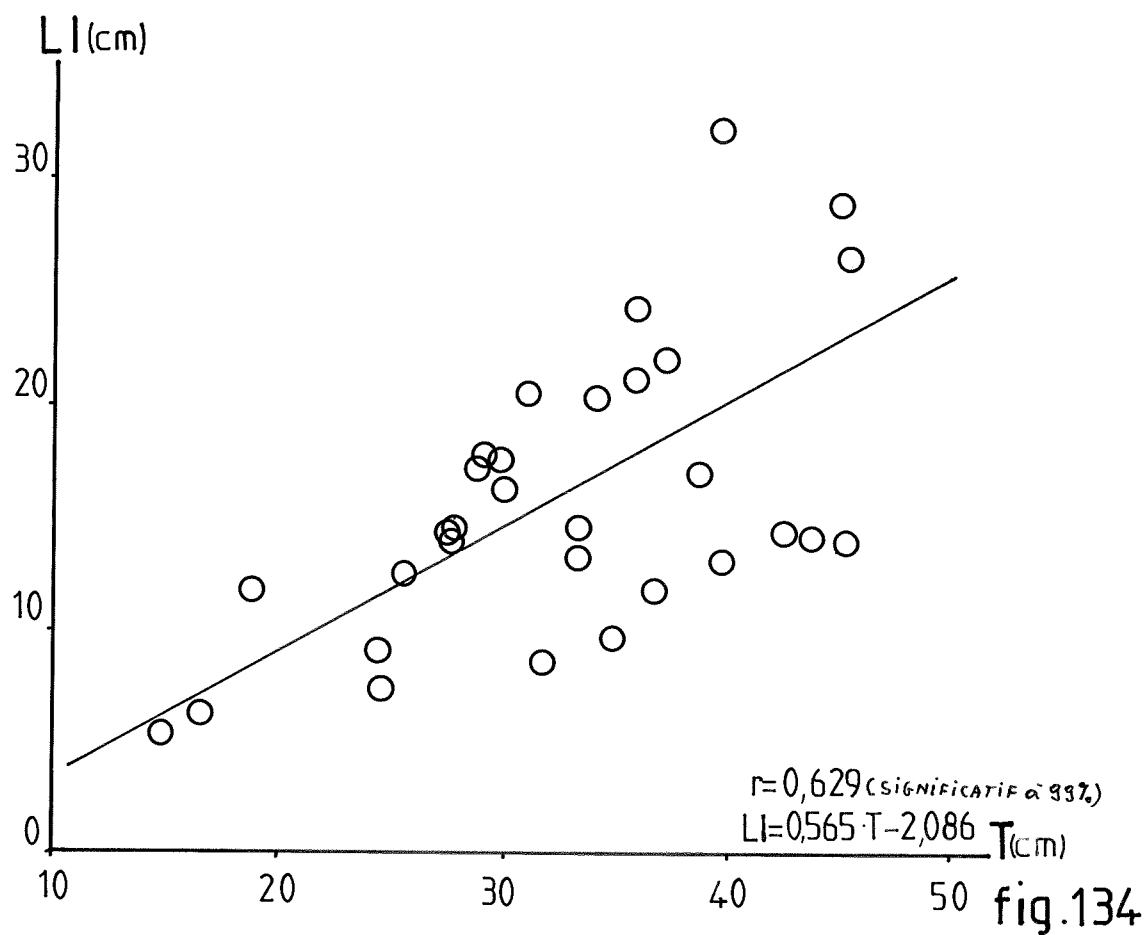


fig.134

-Ricinus communis-

Figure 135:SCHEMA VIRTUEL

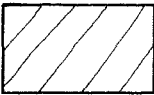
-Les échelles de hauteur et de longueur ont été respectées dans la mesure où l'ensemble restait lisible

-La structure en forme de cône renversé à la base des axes rend compte de l'augmentation de leur diamètre primaire parallèle à leur croissance en longueur

-Symboles utilisés:

*  Inflorescence

*  Entre-noeuds

*  Zone d'échantillonnage

* "lj" Notation adoptée pour la zone d'échantillonnage

*  Tissus secondaires

*La valeur prise par les paramètres synthétiques T et Δ est donnée en face des cadres hachurés représentant les zones d'échantillonnage. Suivant les cas ces valeurs de T et Δ peuvent être communes à plusieurs zones d'échantillonnage

Le code suivant a été adopté:

$\Delta \backslash T$	élevé T	moyen T	faible T
élevé Δ	$T\Delta$	$T\Delta$	$T\Delta$
moyen Δ	$T\Delta$	$T\Delta$	$T\Delta$
faible Δ	$T\Delta$	$T\Delta$	$T\Delta$

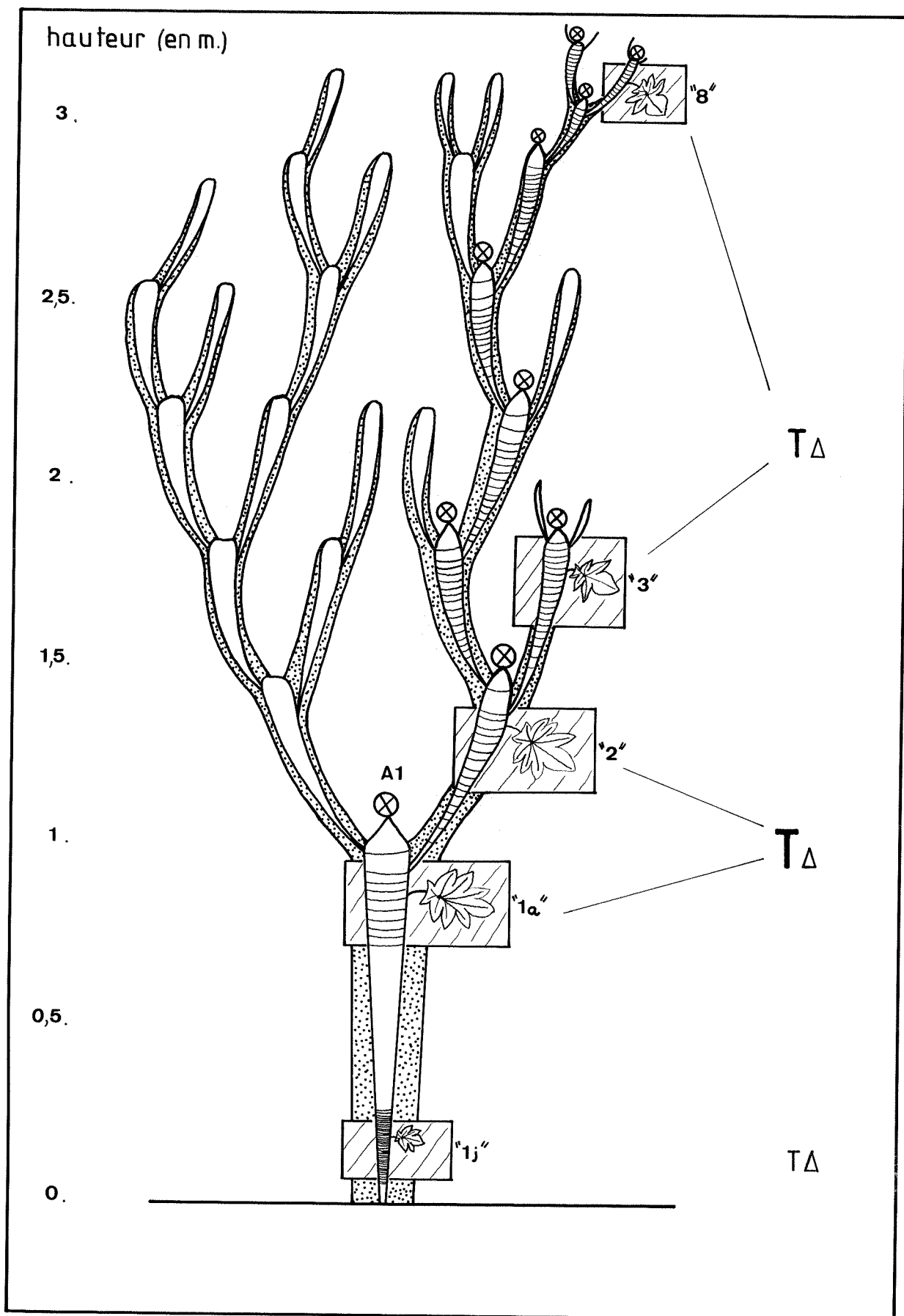


fig.135

Scaevola sericea Vahl.



II - 10 - Scaevola sericea Vahl.-GOODENIACEAE

Herbier : LAURI PE.n° 188

(Herbier du centre ORSTOM de NOUMEA-NOUVELLE CALEDONIE)

Site d'étude : Carrière de Kaça - TADUREME - MARE NOUVELLE CALEDONIE

Cette espèce à large répartition pacifique est courante dans la végétation secondaire des îles coralliennes. On la trouve sous forme de buissons touffus en bord de piste et en général dans toutes les zones anciennement défrichées.

Dans l'océan indien il existe une espèce vicariante, Scaevola taccada (VEILLON-communic. perso.) Les fleurs de couleur blanche assemblées en cymes latérales, sont caractéristiques de ce genre avec leurs pétales groupés de façon asymétrique face aux étamines.

II - 10 - 1 - Présentation morphologique

Cette espèce buissonnante atteint au maximum 1,5 m de hauteur mais est surtout caractérisée par une extension rayonnante horizontale, par marcottage naturel des ramifications latérales.

Les feuilles glabres, de couleur vert clair sont simples et entières. La phyllotaxie est spiralée (2/8).

Il n'y a pas de forme juvénile typique selon les critères retenus ici.

II - 10 - 2 - Mode de croissance

Les individus étudiés ici sont tous issus d'une formation ouverte. L'axe initial à croissance monopodiale, orthotrope, assume la poussée en hauteur du végétal. A l'origine vertical il peut secondairement se coucher sur le sol au fur et à mesure qu'apparaîtront les ramifications.

La première ramification latérale, d'ordre 2, issue de cet axe principal, apparaît à une hauteur de 0,3 à 0,5 m. Elle est suivie de 3 à 4 ramifications successives. On a ainsi un premier niveau de ramifications suivi par 5 à 10 aisselles foliaires sans axes latéraux. Un second niveau de ramifications (d'ordre 2 également) apparaît alors et ainsi de suite. On a donc une ramification en étages (Planche 17-A). Ces ramifications de deuxième ordre reproduisent elles aussi le même mode de croissance et de ramification pour donner des ramifications de troisième ordre. Il en est de même pour les ramifications de quatrième ordre. Les premières inflorescences apparaissent latéralement, à l'extrémité des ramifications d'ordre 2, après plusieurs niveaux de feuilles. Elles apparaissent ensuite de plus en plus tôt sur les ramifications supérieures.

Parallèlement on observe un mouvement de floraison basipète sur toutes les ramifications ayant déjà fleuries. Finalement l'axe initial lui-même devient florifère, en général après le second niveau de ramification (Planche 17-B). Plus précisément cette floraison de l'axe principal intervient dès que les ramifications d'ordre 2 fleurissent sur le premier noeud.

On observe donc un gradient de floraison à la fois temporel (les ramifications successives d'ordre croissant fleurissent de plus en plus tôt) et spatial (avec l'existence, sur chaque axe, d'un gradient de floraison basipète-centripète).

En résumé le schéma de croissance de Scaevola sericea s'établit

donc ainsi :

- Axe initial orthotrope à croissance monopodiale.
- Les ramifications de numéro d'ordre supérieur ou égal à deux sont orthotropes et à croissance monopodiale.
- Tous les axes se ramifient de façon rythmique, par groupes de 4 à 6 ramifications latérales.
- La floraison est latérale.

Nous retrouvons le modèle de RAUH.

II - 10 - 3 - Zones d'échantillonnage

Tous les individus étudiés sont issus de semis. Les marcottes très fréquentes chez cette espèce ont été systématiquement rejetées.

Quatre zones d'échantillonnage ont été définies.

- 1) L'axe principal entre 0,05 et 0,1 m.
notation : "lj".
- 2) Ce même axe quand il se ramifie entre 0,5 et 1 m.
notation : "lr".
- 3) L'axe principal quand il fleurit au niveau de toutes les aisselles foliaires.
notation : "li".
- 4) Les ramifications de second ordre, quand elles fleurissent au niveau de toutes les aisselles foliaires.
notation : "2".

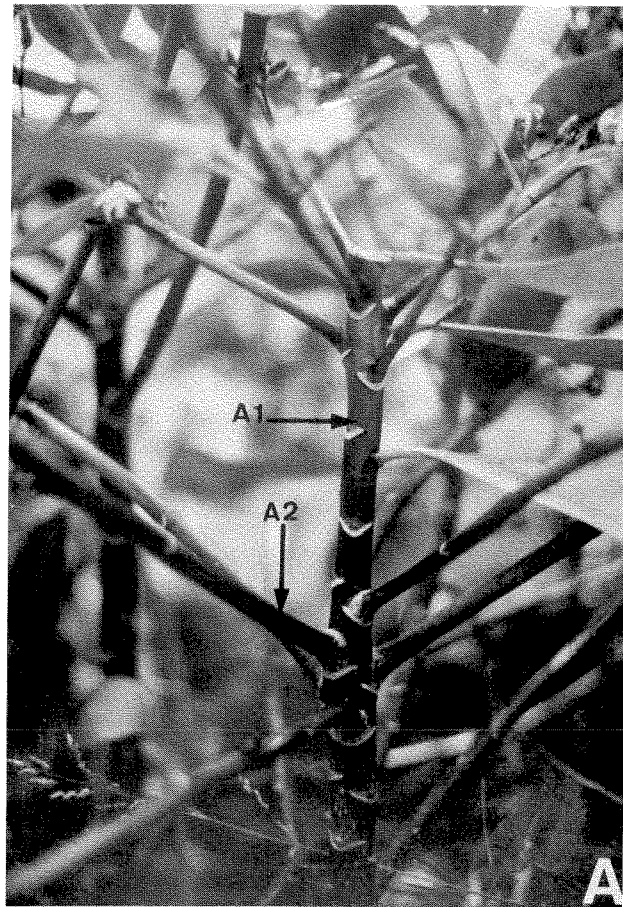
-Scaevola sericea-

PLANCHE 17-A :Position des axes d'ordre deux(A2) sur

l'axe d'ordre un(A1) :ramification en étages

PLANCHE 17-B :Apparition des inflorescences

latérales(I1) sur l'axe d'ordre un(A1)



II - 10 - 4 - Présentation graphique des résultats

Les Figures 136, 137 et 138 montrent une évolution comparable des trois paramètres SF, SSE et LE.

Ils ont leurs valeurs minimales en "lj", leurs valeurs maximales en "lr" et présentent des valeurs moyennes à minimales en "li" et "2".

Les Figures 139 et 140 indiquent une évolution semblable pour s et v : "lj" et "lr" se situent aux deux extrêmes, tandis que les stades lj et 2 marquent un retour vers les valeurs qui caractérisent "lj" ;

Les Figures 141 - 142 permettent de distinguer nettement les quatre stades de croissance par leur indice d'axialisation. On retrouve aux deux extrémités les stades lj et lr.

On note la proximité des deux stades intermédiaires li et 2 qui se recouvrent à 75 %. Les stades li et lr sont disjoints à 75 %.

Ces stades sont ordonnés de la même façon selon l'indice de taille (Figures 143-144). On trouve successivement en allant de "lr" à "lj", le stade li qui recouvre "lr" à 55 %, puis "2", disjoint à 80 % de "li" et à 85 % de "lj".

La Figure 145 résume ces observations. On remarque que ces deux indices ont une évolution parallèle. Dans les deux cas en effet, "lj" prend la valeur la plus basse, "lr" prend la valeur la plus haute, tandis que "li" et "2" sont en position moyenne.

Cette évolution confère au "graphe signature" des Figures 146-147 un aspect en boucle refermée sur elle-même.

-Scaevola sericea-

-Figure 136 :Variation de la surface foliaire(SF)en
fonction du stade de croissance

-Figure 137 :Variation de la surface de la section de
l'entre-noeud(SSE)en fonction du stade de croissance

-Figure 138 :Variation de la longueur de l'entre-noeud
(LE)en fonction du stade de croissance

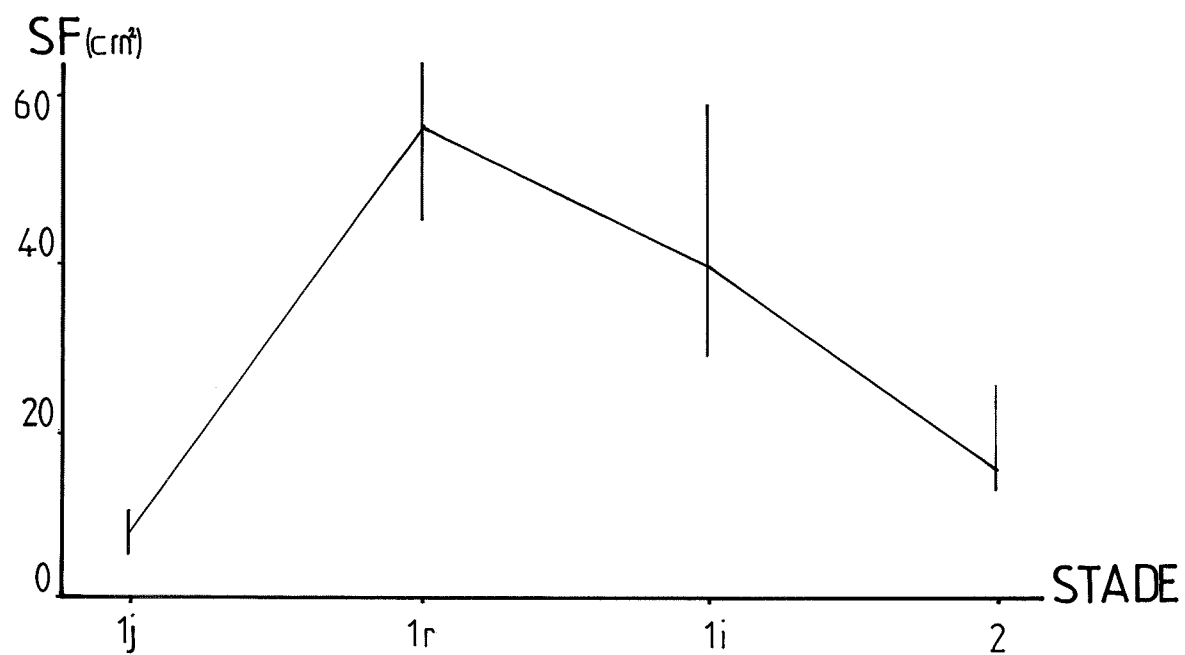


fig.136

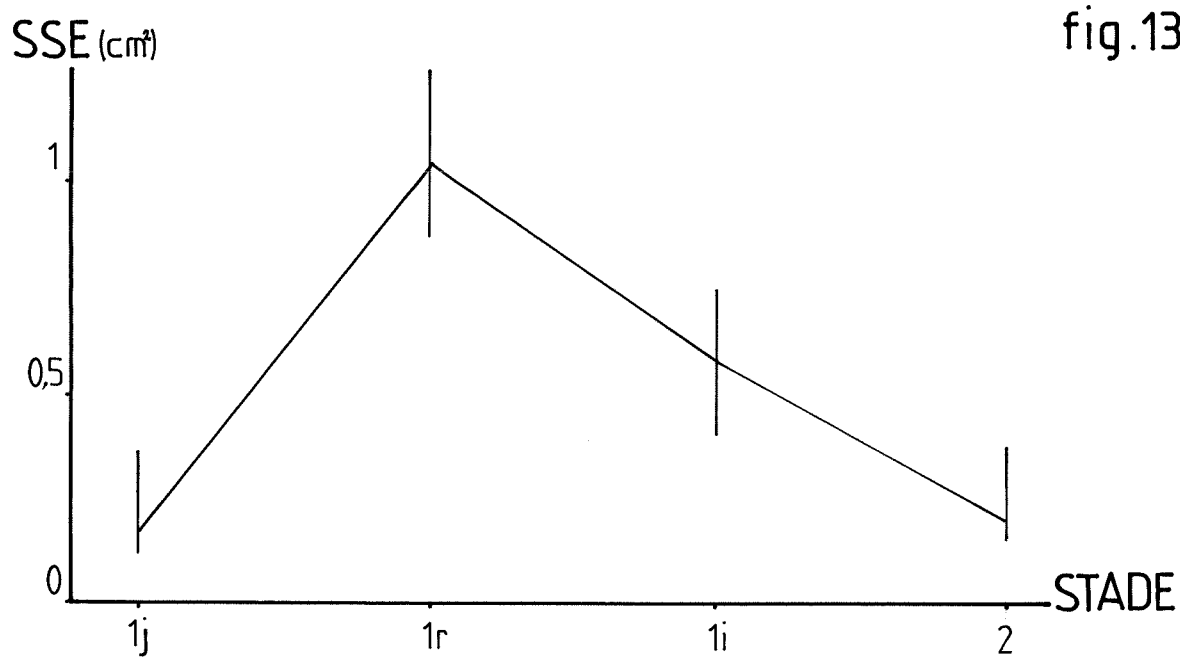


fig.137

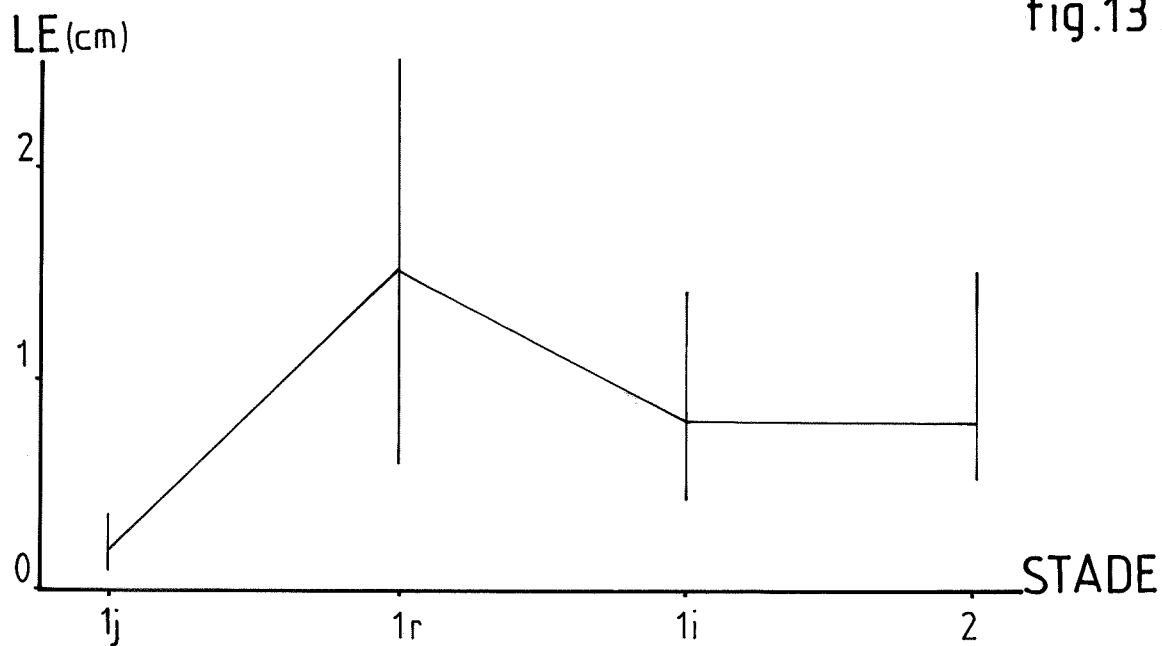


fig.138

-Scaevola sericea-

-Figures 139 et 140 :Dessin des nuages de points et des
"patates" correspondant aux différents stades de
croissance.

Chaque niveau foliaire est représenté par la notation
adoptée pour les différentes zones d'échantillonnage

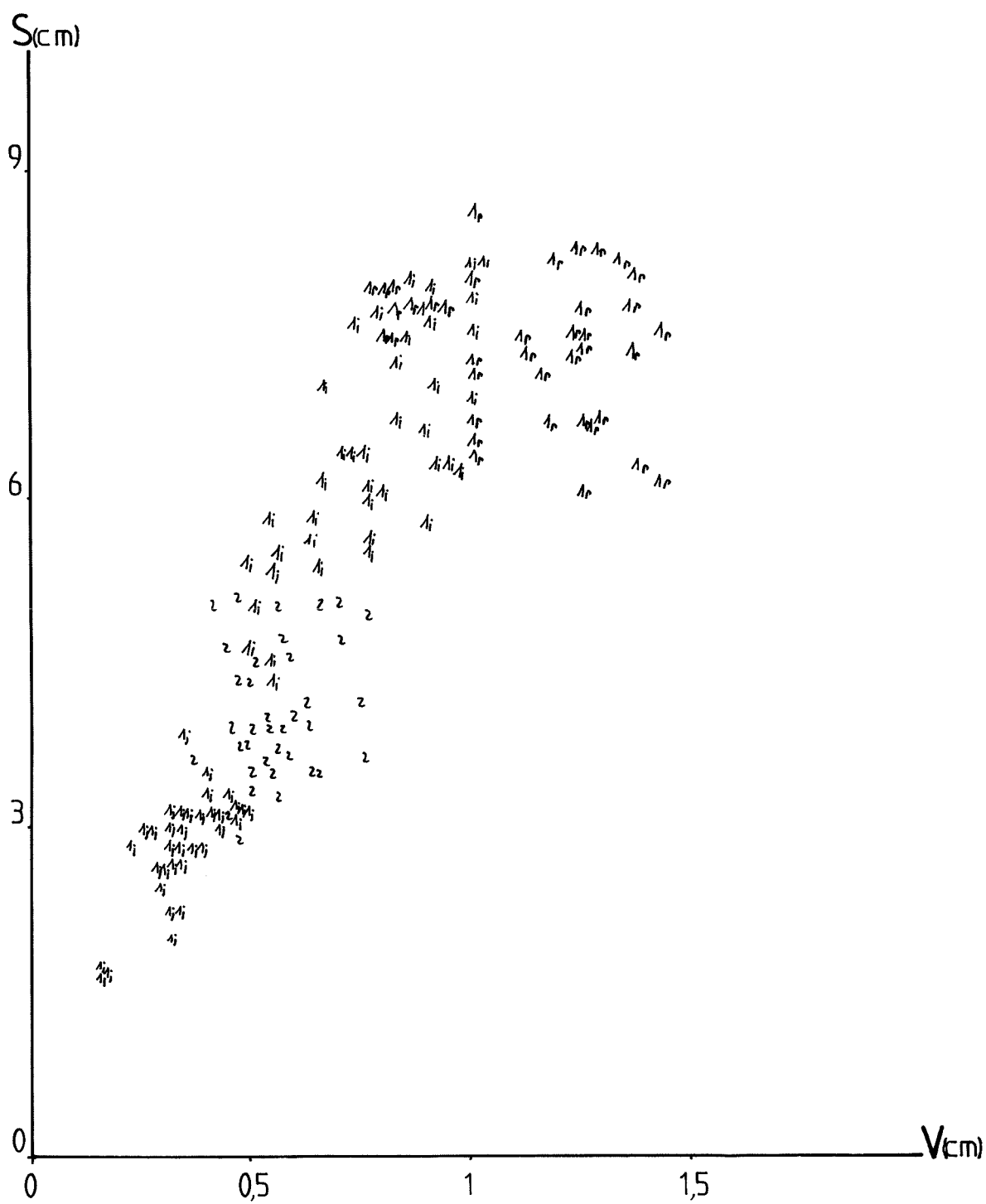


fig.139

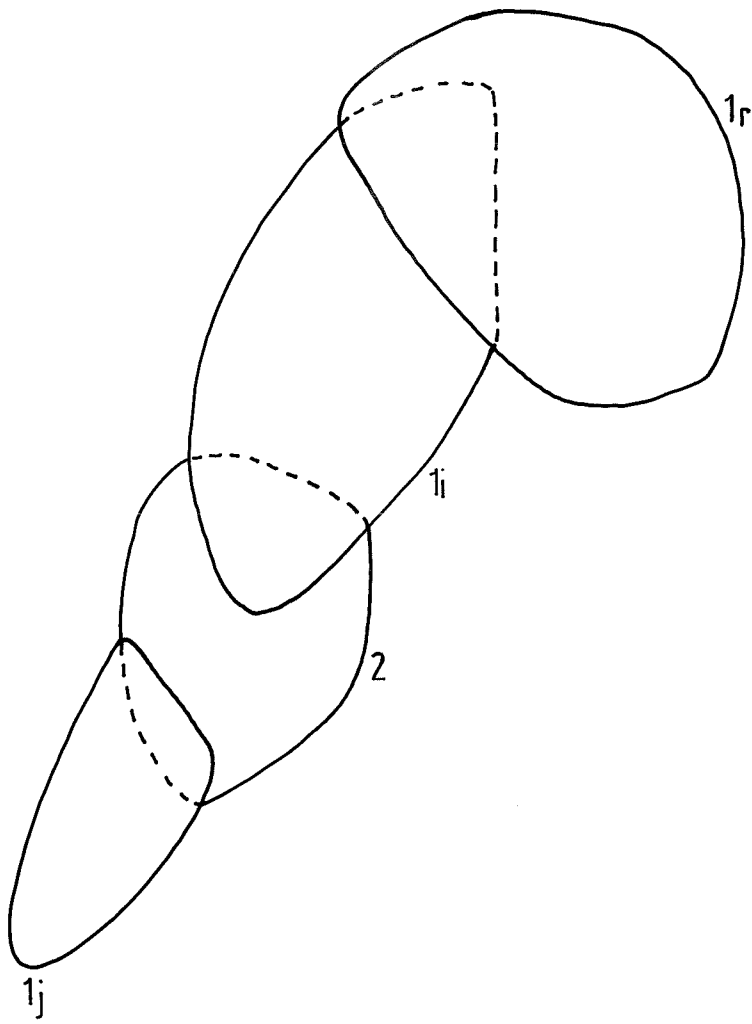


fig.140

-Scaevola sericea-

-Figures 141 et 142 :Tracé des fonctions de répartition
de l'indice d'axialisation (Δ) pour les différents
stades de croissance

-Figures 143 et 144 :Tracé des fonctions de répartition
de l'indice de taille (T) pour les différents stades de
croissance

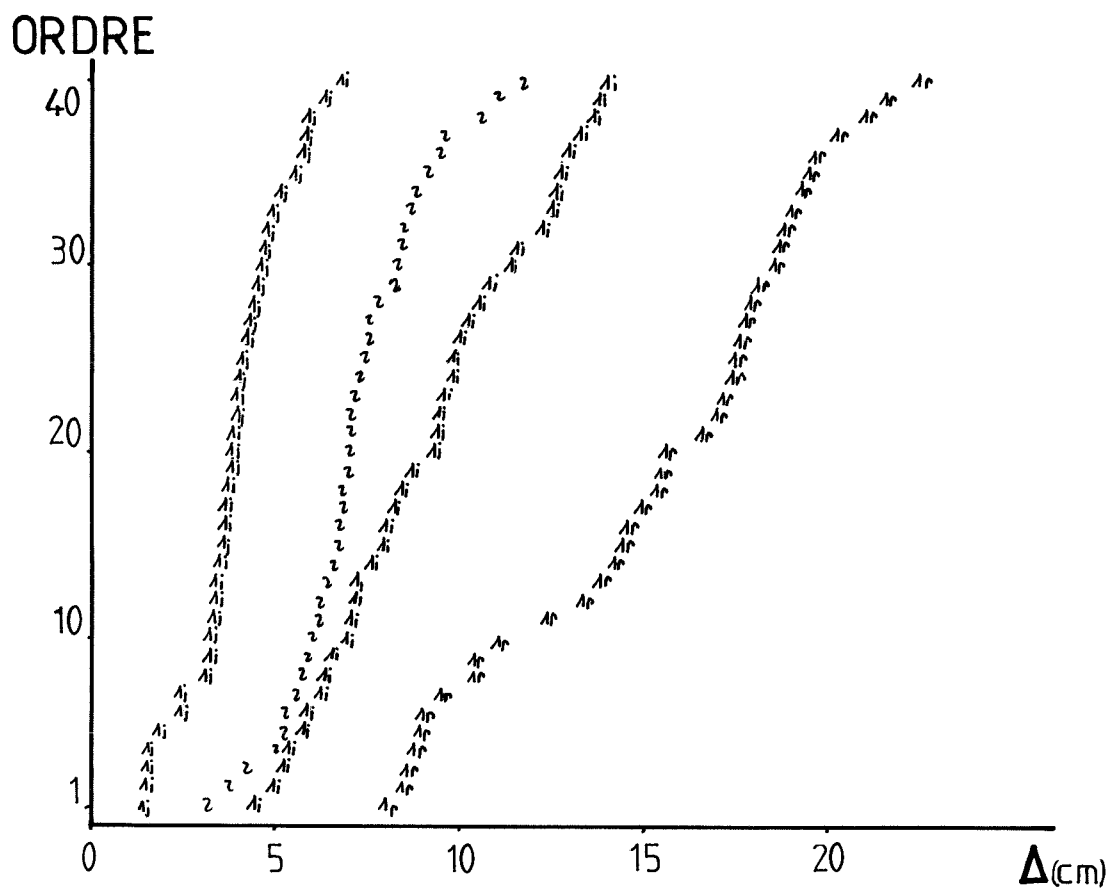


fig.141

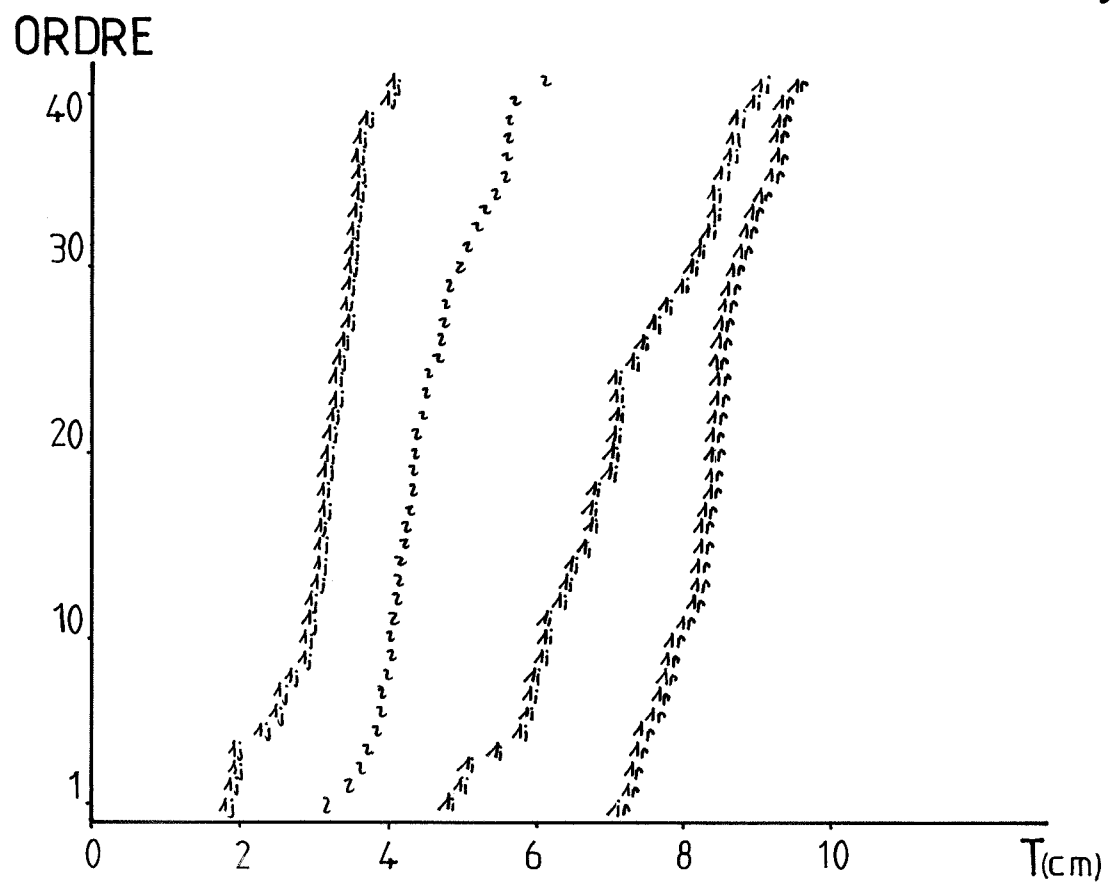


fig.143

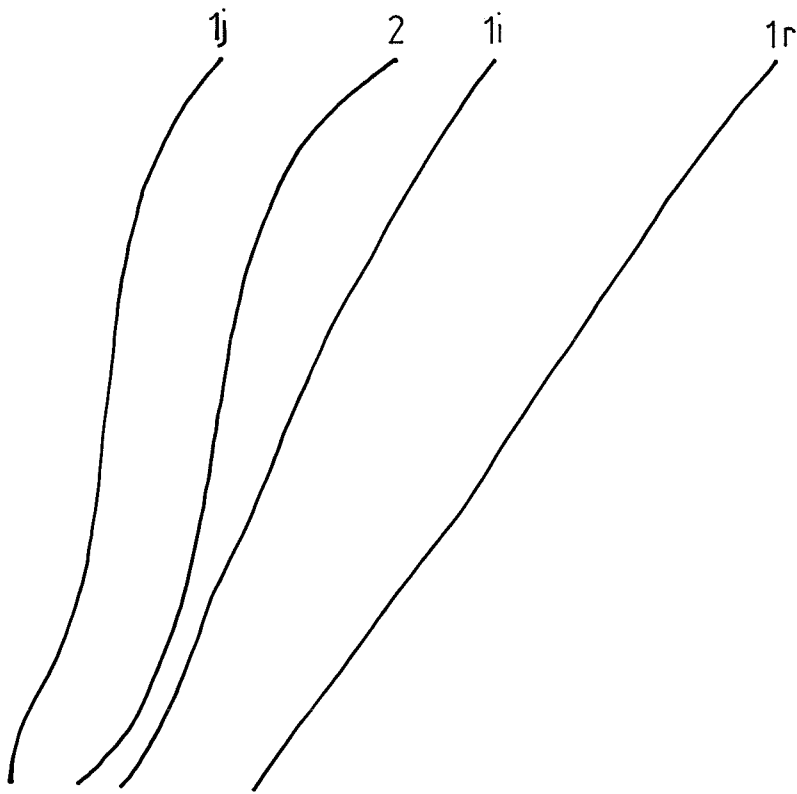


fig.142

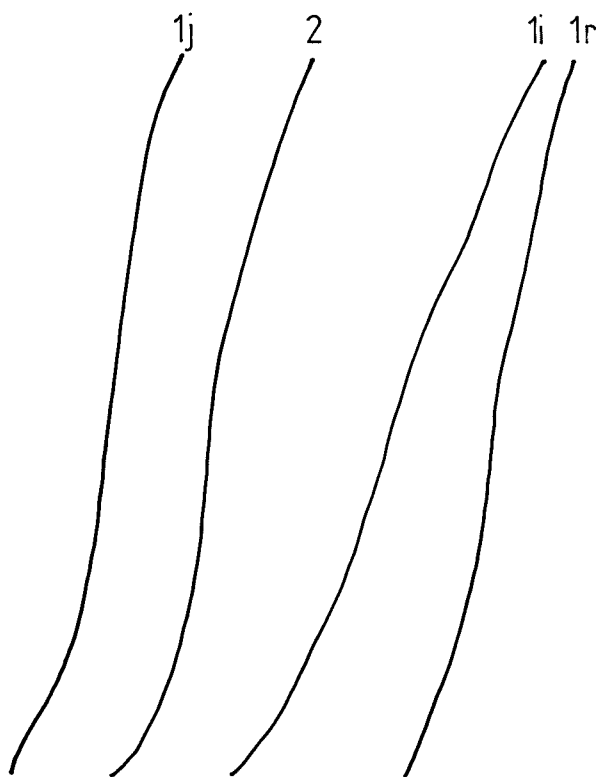


fig.144

-Scaevola sericea-

Figure 145 : Evolution des indices de taille (T) et
d'axialisation (Δ) en fonction des stades de croissance

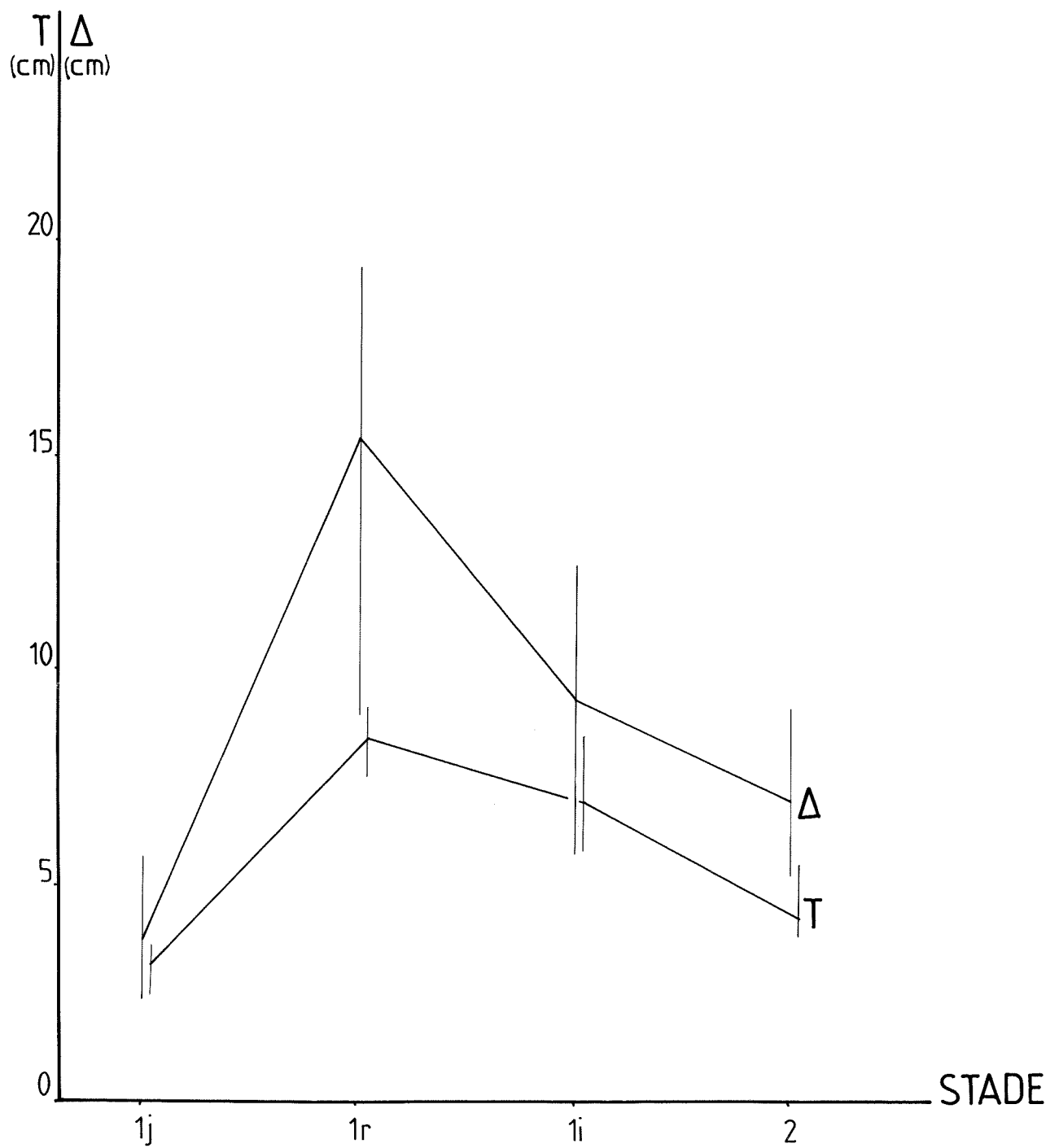


fig.145

-Scaevola sericea-

"GRAPHE SIGNATURE"

-Figure 146 :Graphe en fil

-Figure 147 :Graphe en ruban

Les pointillés marquent la présence de la
sexualité

Les flèches indiquent le sens de l'évolution
ontogénique

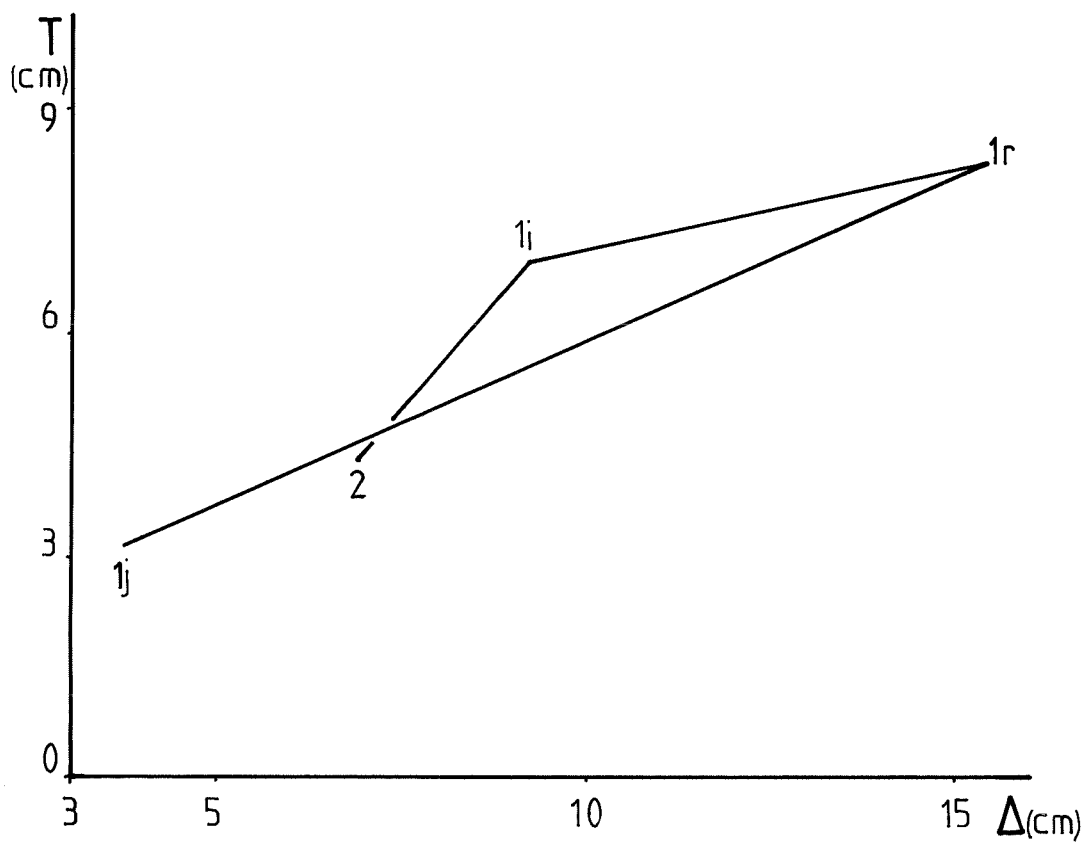


fig.146

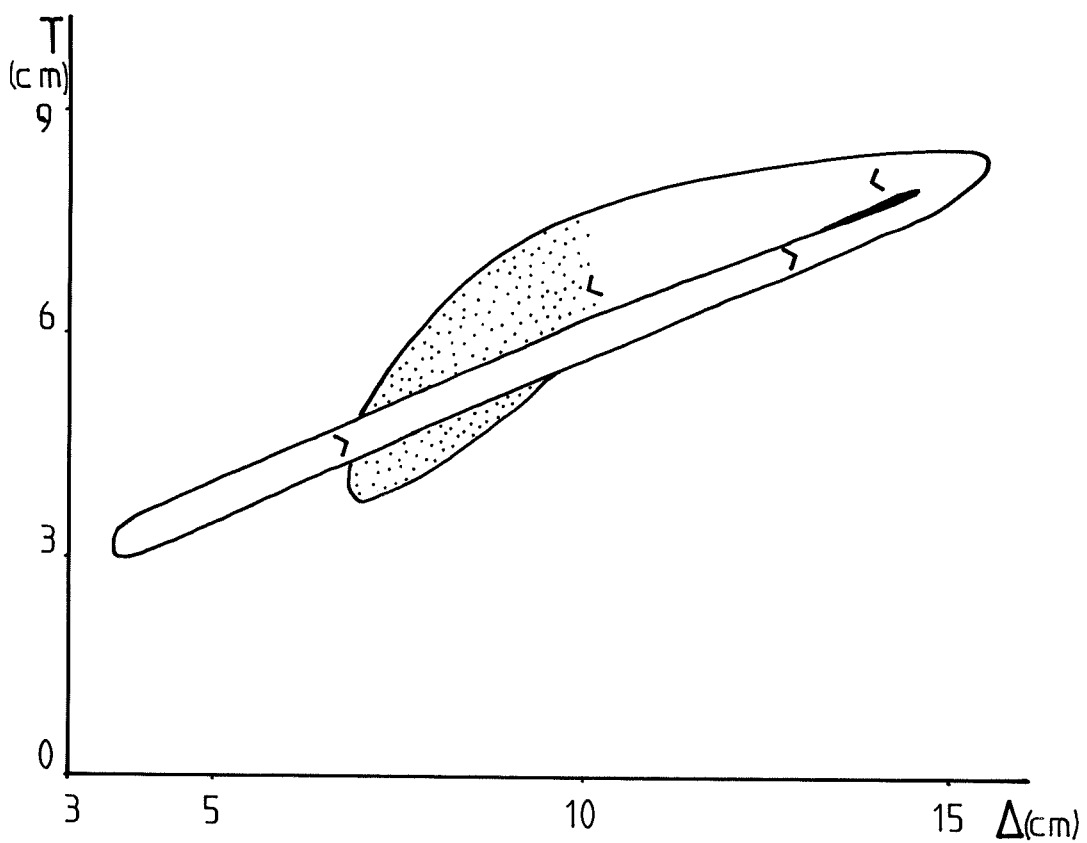


fig.147

II - 10 - 5 - Données de vitesse de croissance

Trente et un axes ont été marqués puis récoltés.

En douze semaines, deux à onze entre-nœuds se sont développés. Le plastochrone varie donc de 8 à 42 jours (respectivement pour un axe "2" et un axe "4").

La vitesse d'allongement des axes varie de 0,06 à 3,3 cm/semaine (respectivement pour un axe d'ordre 4 et un axe d'ordre 2).

La Figure 148 montre une forte corrélation positive $L - \Delta$ ($r = 0,949$).

La Fig. 149 indique par contre une très faible corrélation $L-T$ ($r = 0,121$).

On note donc que pour Scaevola sericea la vitesse de croissance d'un axe est beaucoup mieux corrélée à son degré d'axialisation qu'à sa taille globale.

-Scaevola sericea-

-Figure 148

Graphe indice d'axialisation-élongation axiale(Δ -L)

-Figure 149

Graphe indice de taille-élongation axiale(\top -L)

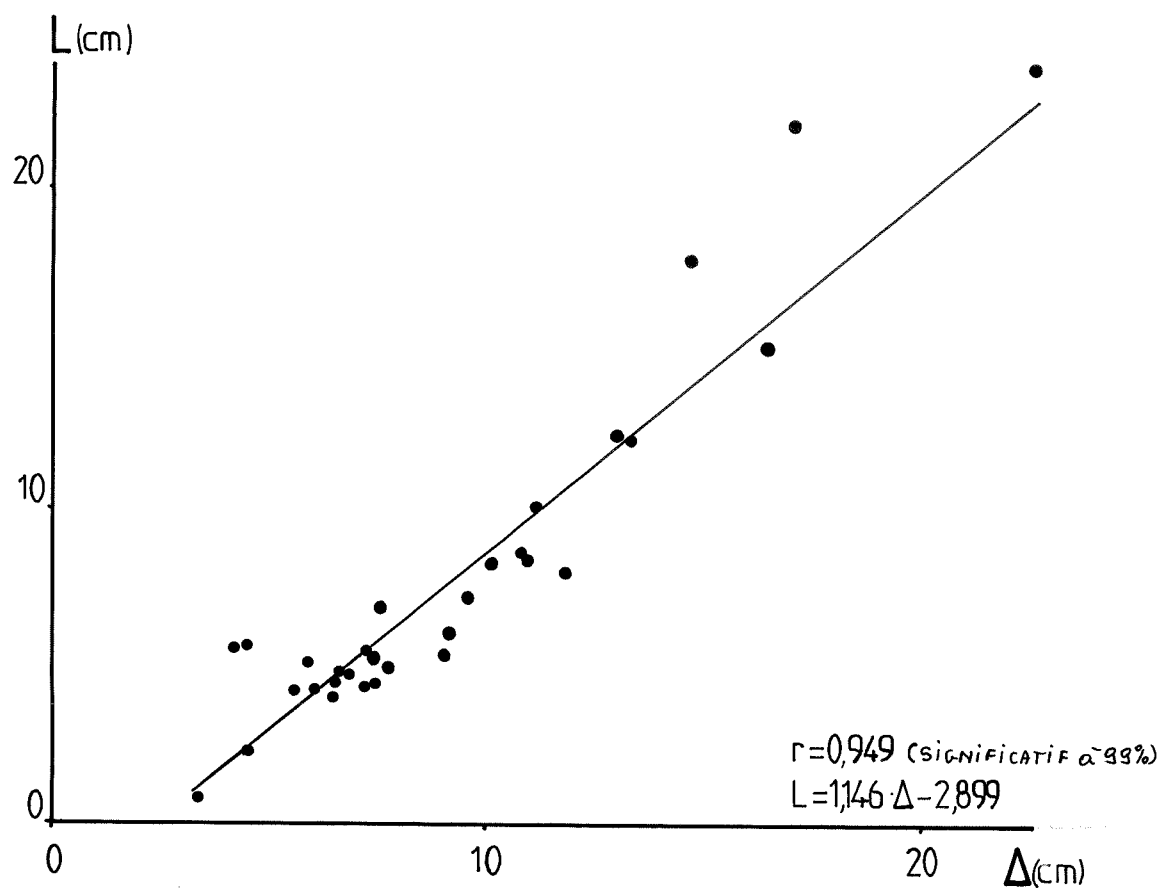


fig.148

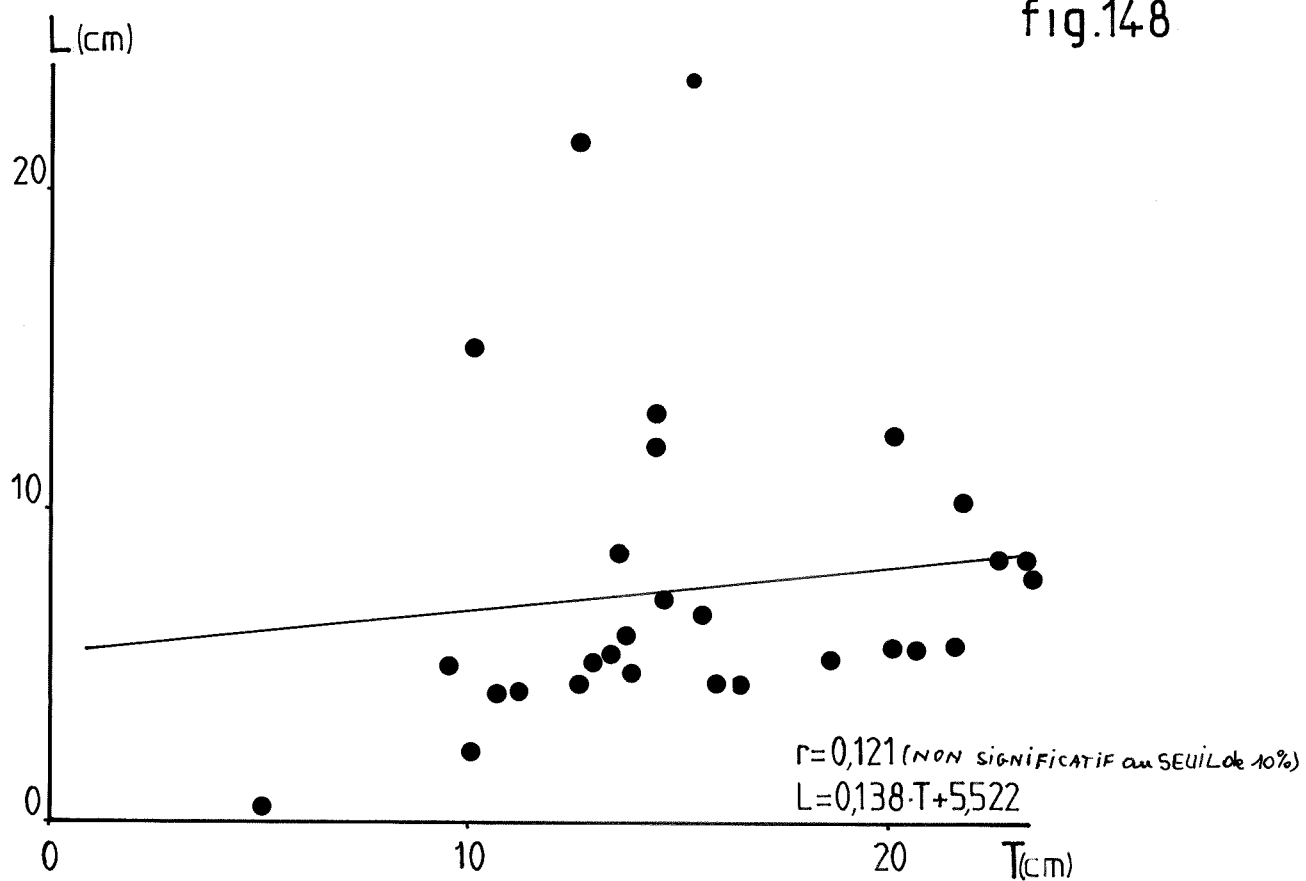


fig.149

II - 10 - 6 - Synthèse

Les différentes observations permettent de distinguer trois phases distinctes dans la croissance de Scaevola sericea (Fig. 150).

- Première phase : C'est l'axe principal d'ordre 1, à sa sortie du sol, issu de semis. Sa taille est minimale, il est très foliarisé. Sa vitesse de croissance est donc faible.
- Deuxième phase : Cet axe s'est développé et ramifié. Il atteint sa taille maximale. Il est fortement axialisé. Sa croissance est rapide.
- Troisième phase : Elle comprend l'axe principal devenu florifère ainsi que les ramifications florifères. Leur taille est moyenne. Ils sont relativement foliarisés et ont une vitesse de croissance également moyenne.

-Scaevola sericea-

Figure 150:SCHEMA VIRTUEL

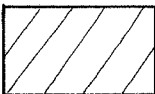
-Les échelles de hauteur et de longueur ont été respectées dans la mesure où l'ensemble restait lisible

-La structure en forme de cône renversé à la base des axes rend compte de l'augmentation de leur diamètre primaire parallèle à leur croissance en longueur

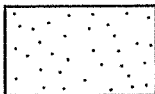
-Symboles utilisés:

*  Inflorescence

*  Entre-noeuds

*  Zone d'échantillonnage

* "lj" Notation adoptée pour la zone d'échantillonnage

*  Tissus secondaires

*La valeur prise par les paramètres synthétiques T et Δ est donnée en face des cadres hachurés représentant les zones d'échantillonnage. Suivant les cas ces valeurs de T et Δ peuvent être communes à plusieurs zones d'échantillonnage

Le code suivant a été adopté:

$\Delta \backslash T$	élevé T	moyen T	faible T
élevé Δ	T Δ	T Δ	T Δ
moyen Δ	T Δ	T Δ	T Δ
faible Δ	T Δ	T Δ	T Δ

hauteur (en m.)

1,5.

1.

0,5.

0.

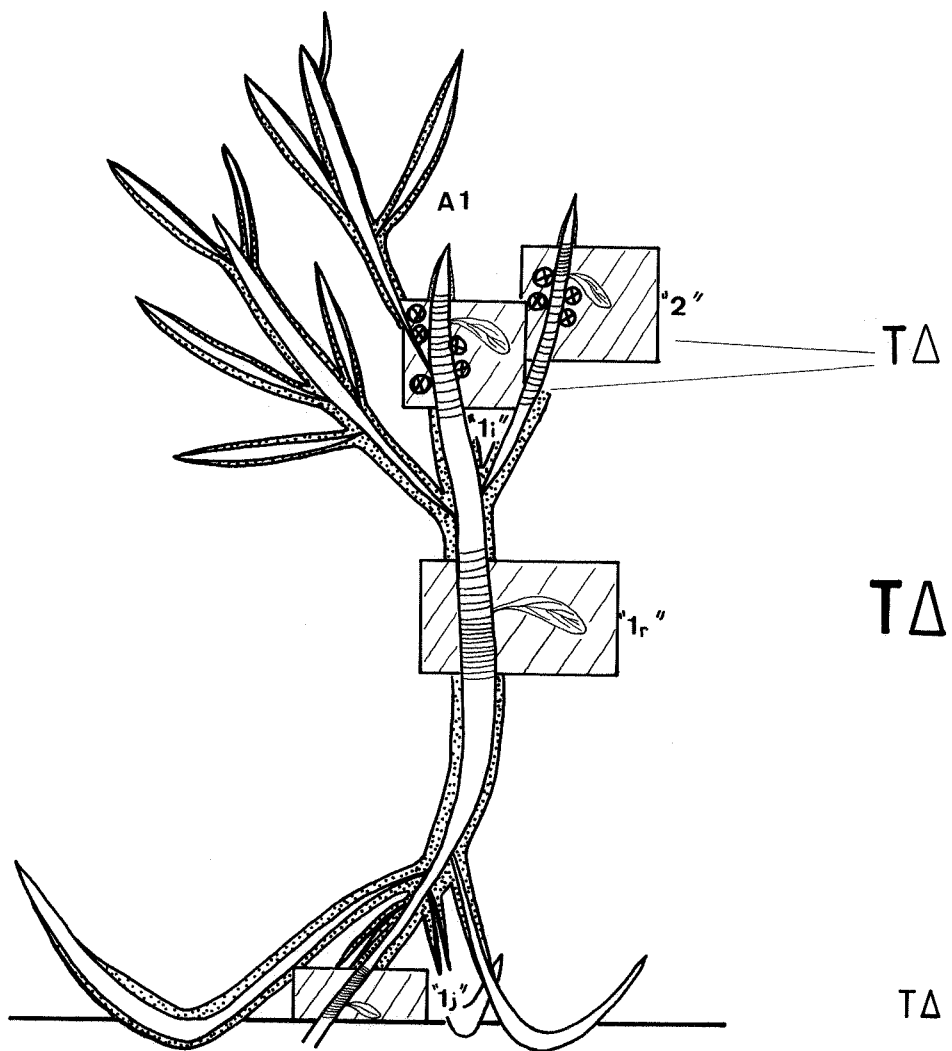


fig.150

Solanum rugosum Dun.



II - 11 - Solanum rugosum Dun.- SOLANACEAE

Herbier : LAURI P.E. n° 182

(Herbier du centre ORSTOM de CAYENNE - GUYANE FRANCAISE)

Site d'étude : Piste de St Elle - GUYANE FRANCAISE

Cette espèce, répandue dans les GUYANES, est caractéristique des formations ouvertes et forme des peuplements assez denses en bordure des pistes. La croissance est rapide et la floraison précoce (dès 6 mois - 1 an. De FORESTA 1981). L'inflorescence est portée au bout d'un axe vertical de 0,05 à 0,1 m, au dessus des dernières feuilles de l'axe. C'est une cyme terminale de petites fleurs blanches. Les fruits sont des baies, vertes à maturité, contenant de nombreuses petites graines (Planche 18-A et 18-B).

II - 11 - 1 - Présentation morphologique

Ce petit arbuste atteint en moyenne 3-4 m de hauteur quand il est adulte. Certains échantillons de l'herbier de CAYENNE font état d'individus de 5-6 m. Les feuilles sont simples, entières, hispides sur leur deux faces. La phyllotaxie est alterne spiralée (2/5).

Il n'y a pas de forme juvénile caractéristique selon les critères morphologiques utilisés ici.

II - 11 - 2 - Mode de croissance

Les individus étudiés proviennent d'une formation ouverte.

L'axe initial orthotrope poursuit son développement sur 0,6-1,2 m avant d'arrêter sa croissance et de former quatre axes équivalents (Planche 19-A,19-B). Ceux-ci, à leur tour, vont se développer sur 0,4 à 0,6 m et de la même façon donner quatre relais. D'un niveau de ramification au suivant la longueur de ces relais diminue

progressivement.

Les inflorescences apparaissent en général sur les axes de troisième ordre. (Elles sont abortives sur les premières fourches). Le nombre de relais végétatifs passe alors de quatre à deux en moyenne. On observe par ailleurs souvent la préséance d'un rameau sur l'autre.

Nous avons donc ici une architecture relativement simple, que l'on peut résumer ainsi :

- Toutes les branches sont des sympodes orthotropes.
- Ceux-ci forment quatre relais tant qu'ils demeurent végétatifs, puis un à deux relais végétatifs quand intervient la sexualité.
- La floraison est terminale.

Ce type de croissance par juxtaposition de relais sympodiaux rattache Solanum rugosum au modèle de LEEUWENBERG.

II - 11 - 3 - Zones d'échantillonnage

Six zones ont été échantillonnées.

1) L'axe initial entre 0,03 et 0,35 m.

notation : "1j".

2) Ce même axe avant ses quatre relais, entre 0,6 et 1,2 m.

notation : "1a".

3) Les relais d'ordre 2.

notation : "2".

4) Les premiers axes d'ordre 3 ou 4 se terminant par une inflorescence.

notation : "3-4".

5) Axes florifères, au septième degré de ramification.
notation : "7".

6) Axes florifères, au huitième degré de ramification.
notation : "8".

-Solanum rugosum-

PLANCHE 18-A : Inflorescence terminale

**PLANCHE 18-B : Infrutescence terminale composée de
baies vertes à maturité**



-Solanum rugosum-

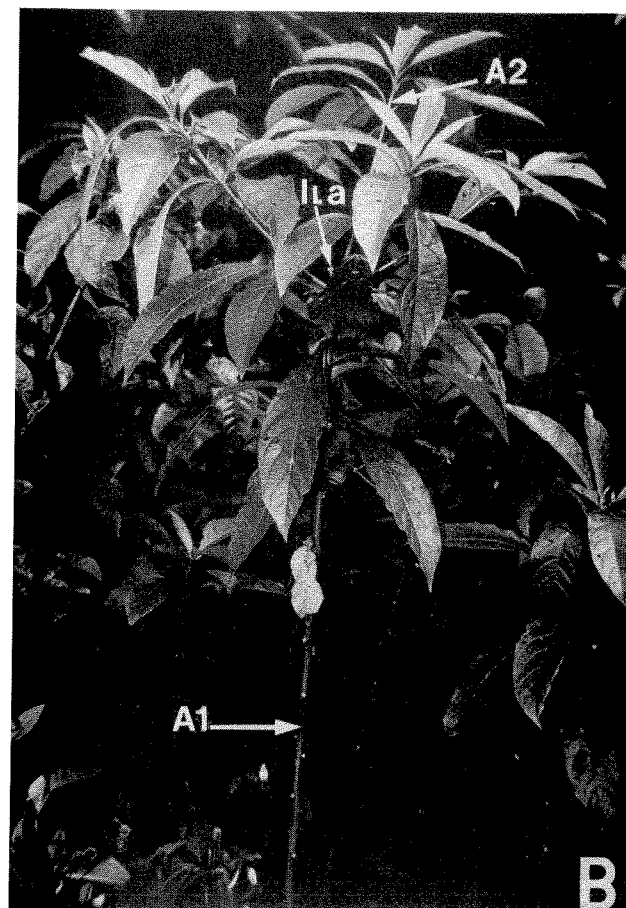
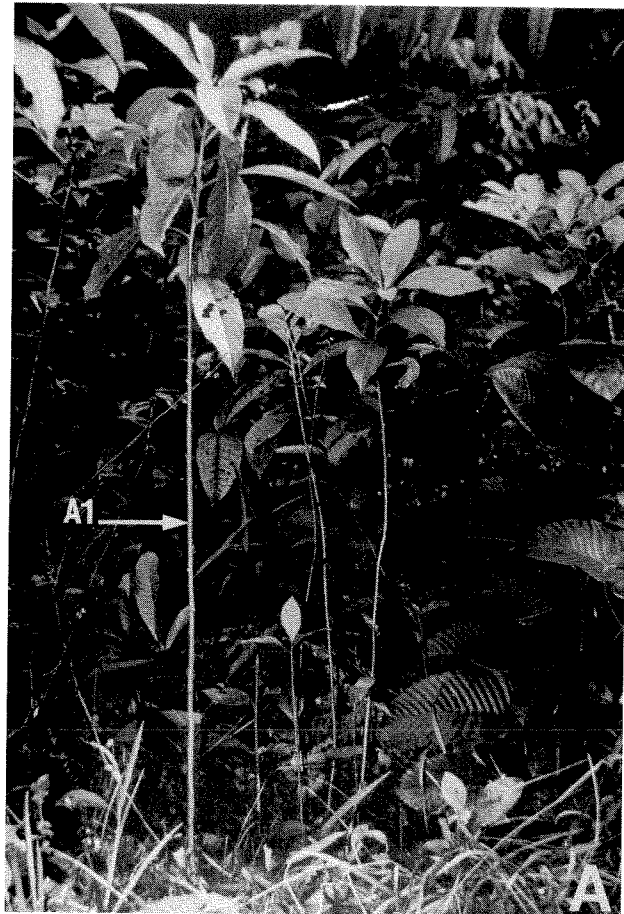
PLANCHE 19-A :Axe d'ordre 1 haut de 1,20m, avant

ramification

PLANCHE 19-B :Axe d'ordre 1 relayé par quatre axes

d'ordre deux

-Il a:Inflorescence abortive



II - 11 - 4 - Présentation graphique des résultats

Les Figures 151, 152 et 153 indiquent des variations de SF, SSE et LE en fonction des stades de croissance, assez homogènes. Les valeurs minimales sont observées en "1j", les valeurs maximales en "1a" et "2". Il y a ensuite une baisse progressive dans les stades 3-4, 7 et 8. On note toutefois une brusque remontée de SF en "8". Ceci peut s'interpréter comme une fluctuation due à l'échantillonnage. Le graphe s - v des Figures 154 et 155 montre une évolution semblable de ces deux variables en fonction des stades: "1j" et "1a" se situent aux deux extrémités du graphe. Les stades 3-4, 7 et 8 se répartissent ensuite entre eux.

Les fonctions de répartition pour Δ et T (Figures 156-157 et 158-159) témoignent d'évolutions un peu différentes entre ces deux indices.

Pour l'indice Δ , les fonctions sont groupées. Dans les basses valeurs on note les ordres 1j et 8 confondus à 95 %. L'ordre 7 occupe une position intermédiaire et est disjoint de "1j" à 50 % et de "3-4" à 60 %. Dans les hautes valeurs de Δ on trouve ensuite les trois stades 3-4, 2 et 1a ("3-4" et "1a" sont confondus à 70 %).

Pour l'indice T, on distingue trois groupes: "1j" dans les basses valeurs de T, "1a" dans les valeurs maximales, puis les ordres 2, 8, 3-4 et 7; 2 et 7 se recouvrent à 45 %. On note donc l'inversion du stade 8, d'indice T plus grand que celui de "3-4" et "7".

L'ordre 2 est disjoint à 58 % de "1a" tandis que "7" est disjoint à 85 % de "1j".

La Figure 160 résume les variations respectives de T et Δ .

On note clairement la courbe de variation de Δ en forme de cloche, "1j" et "8" ayant les plus basses valeurs tandis que "1a" et "2"

ont les valeurs maximales.

On remarque une amplitude de variation moindre pour T, "lj" et "la" y ont cependant bien les valeurs respectivement les plus basses et les plus hautes. Les stades 2, 3-4, 7 et 8 occupent une position moyenne.

Ces éléments de variation confèrent au "graphe signature" des Figures 161 et 162 un aspect en boucle fermée caractéristique.

-Solanum rugosum-

-Figure 151 :Variation de la surface foliaire(SF)en
fonction du stade de croissance

-Figure 152 :Variation de la surface de la section de
l'entre-noeud(SSE)en fonction du stade de croissance

-Figure 153 :Variation de la longueur de l'entre-noeud
(LE)en fonction du stade de croissance

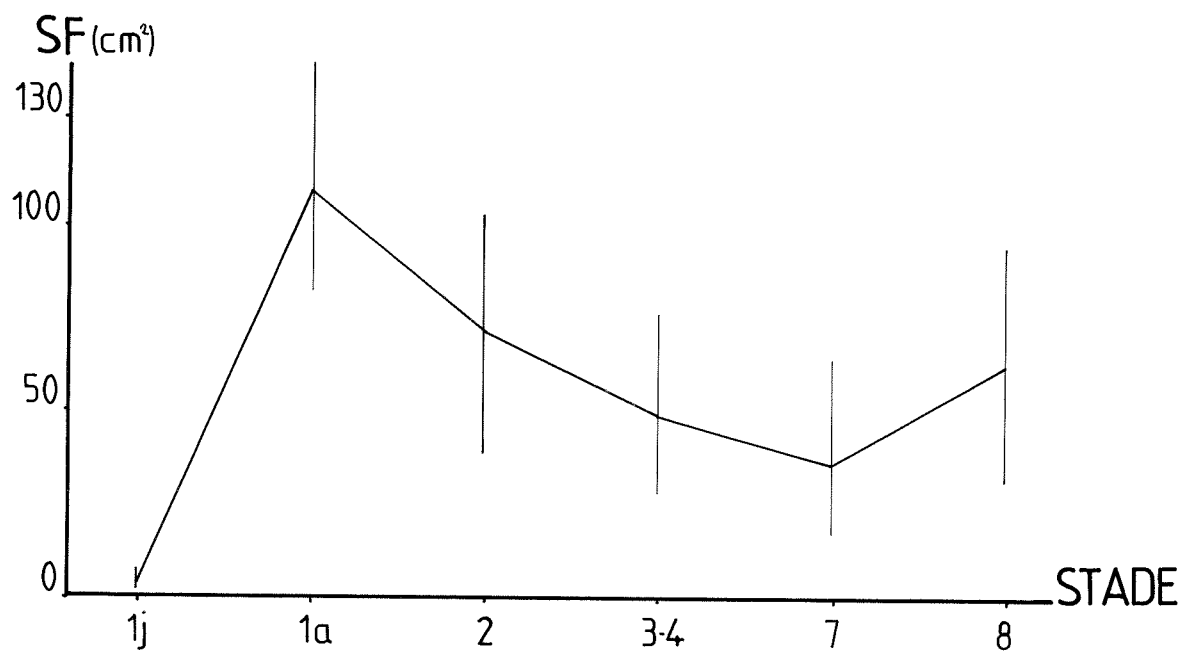


fig.151

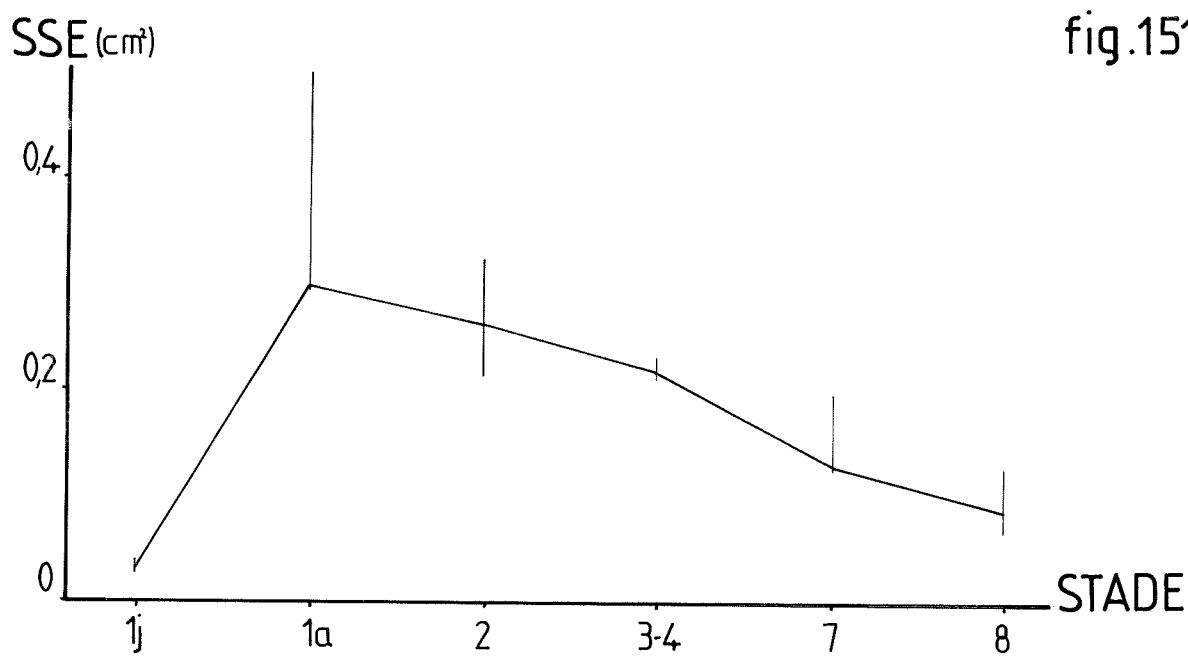


fig.152

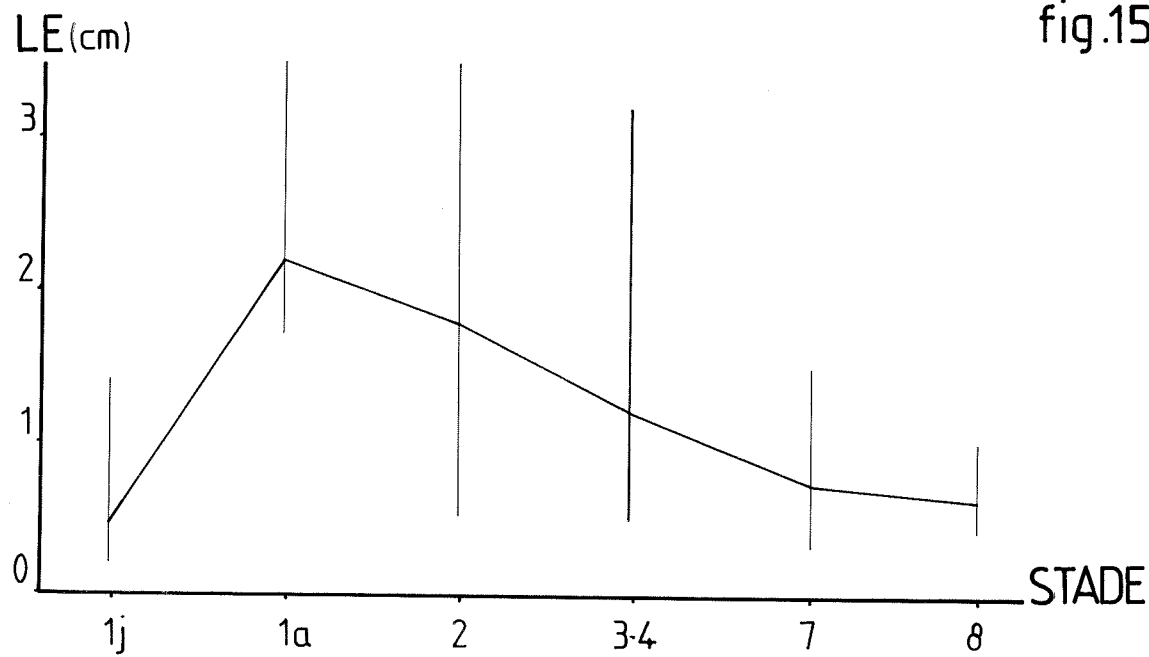
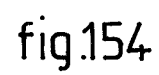


fig.153

-Solanum rugosum-

-Figures 154 et 155 :Dessin des nuages de points et des
"patates" correspondant aux différents stades de
croissance.

Chaque niveau foliaire est représenté par la notation
adoptée pour les différentes zones d'échantillonnage



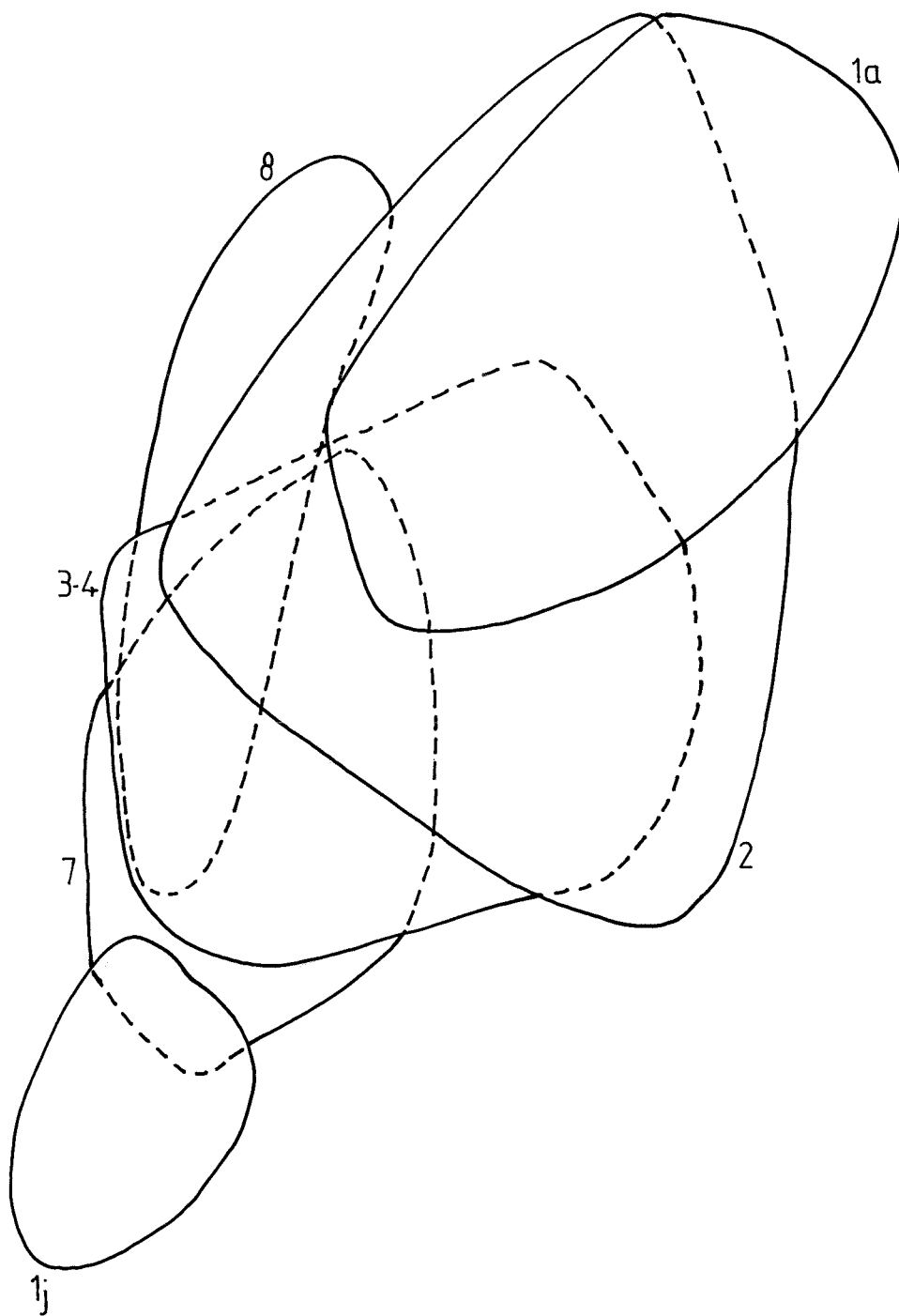


fig.155

-Solanum rugosum-

-Figures 156 et 157 :Tracé des fonctions de répartition
de l'indice d'axialisation (Δ) pour les différents
stades de croissance

-Figures 158 et 159 :Tracé des fonctions de répartition
de l'indice de taille (T) pour les différents stades de
croissance

ORDRE

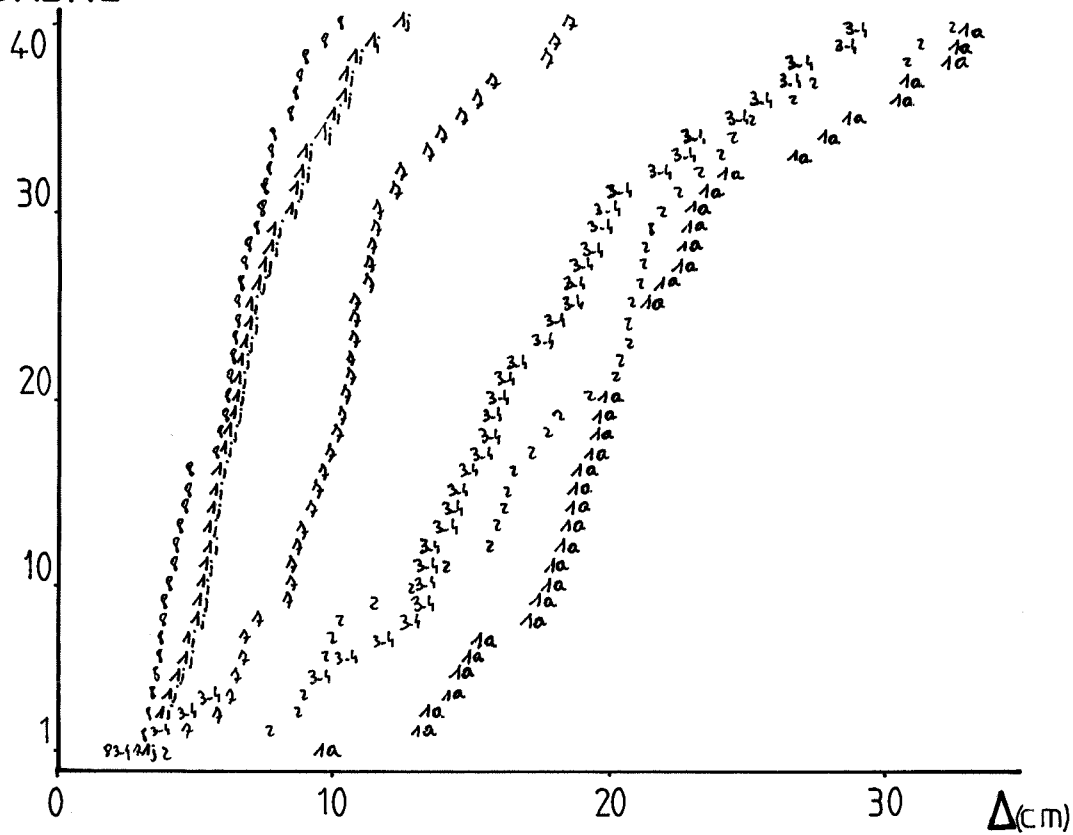


fig.156

ORDRE

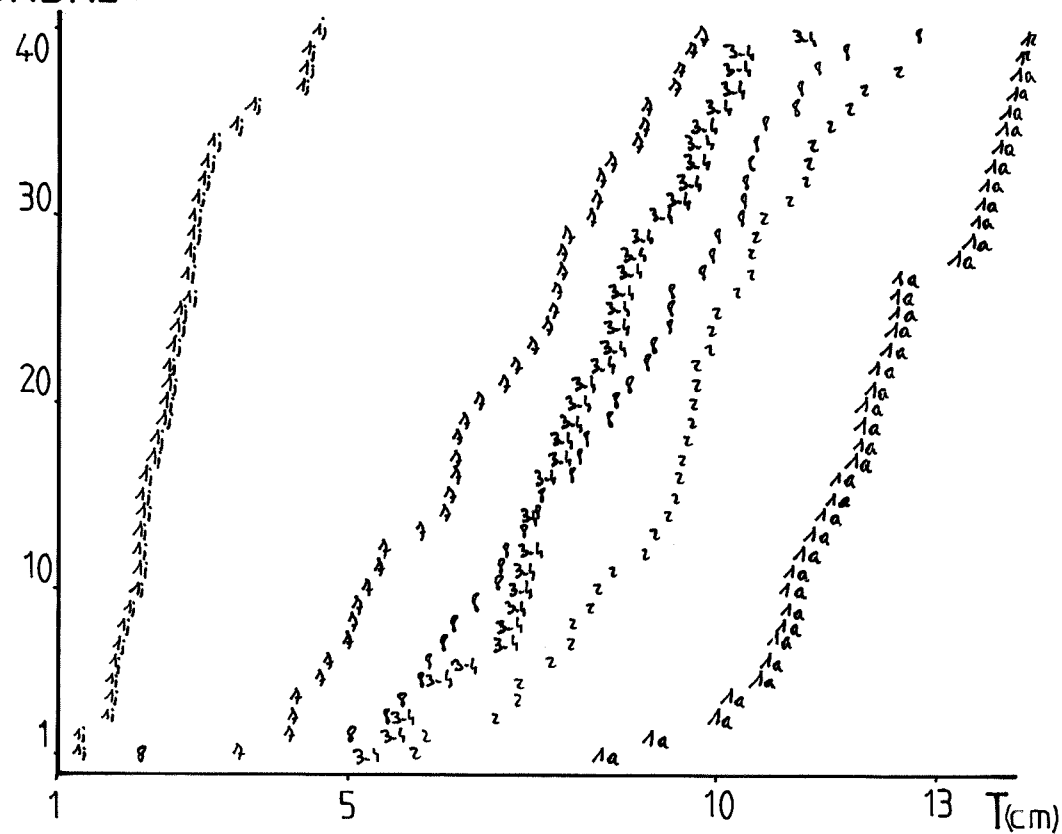


fig.158

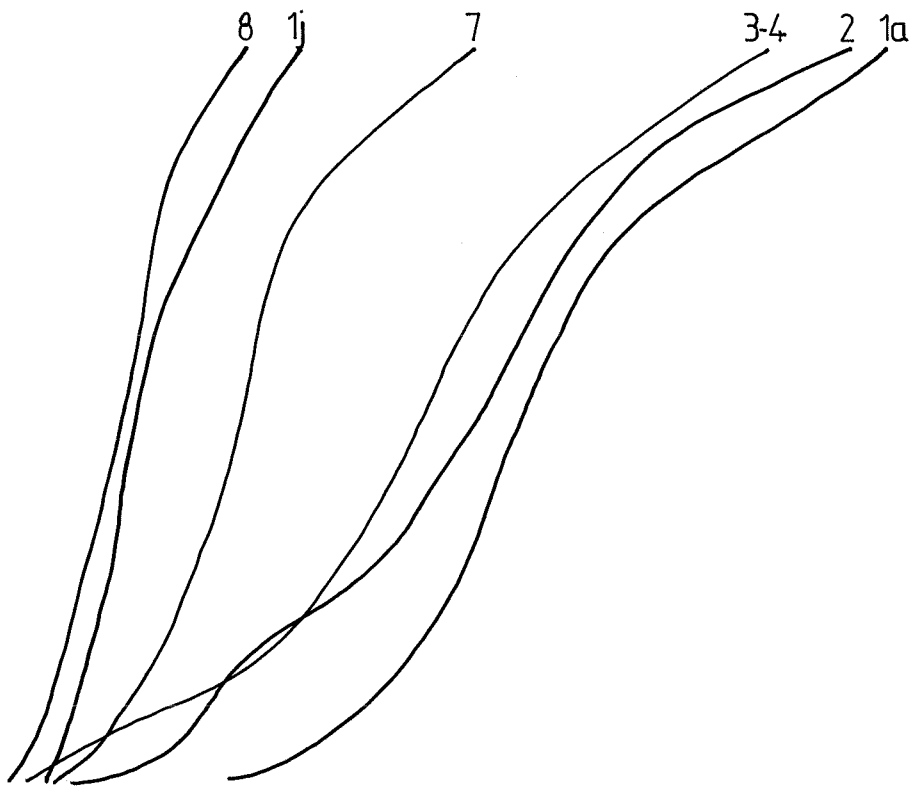


fig.157

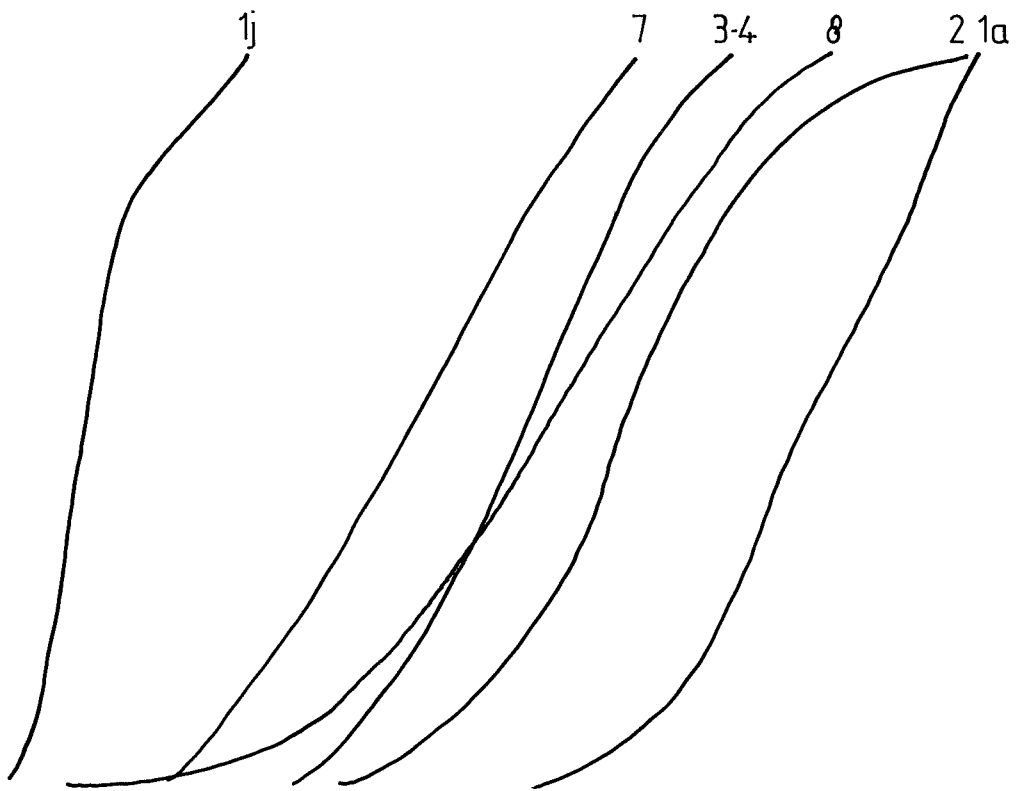


fig.159

-Solanum rugosum-

Figure 160 : Evolution des indices de taille (T) et
d'axialisation (Δ) en fonction des stades de croissance

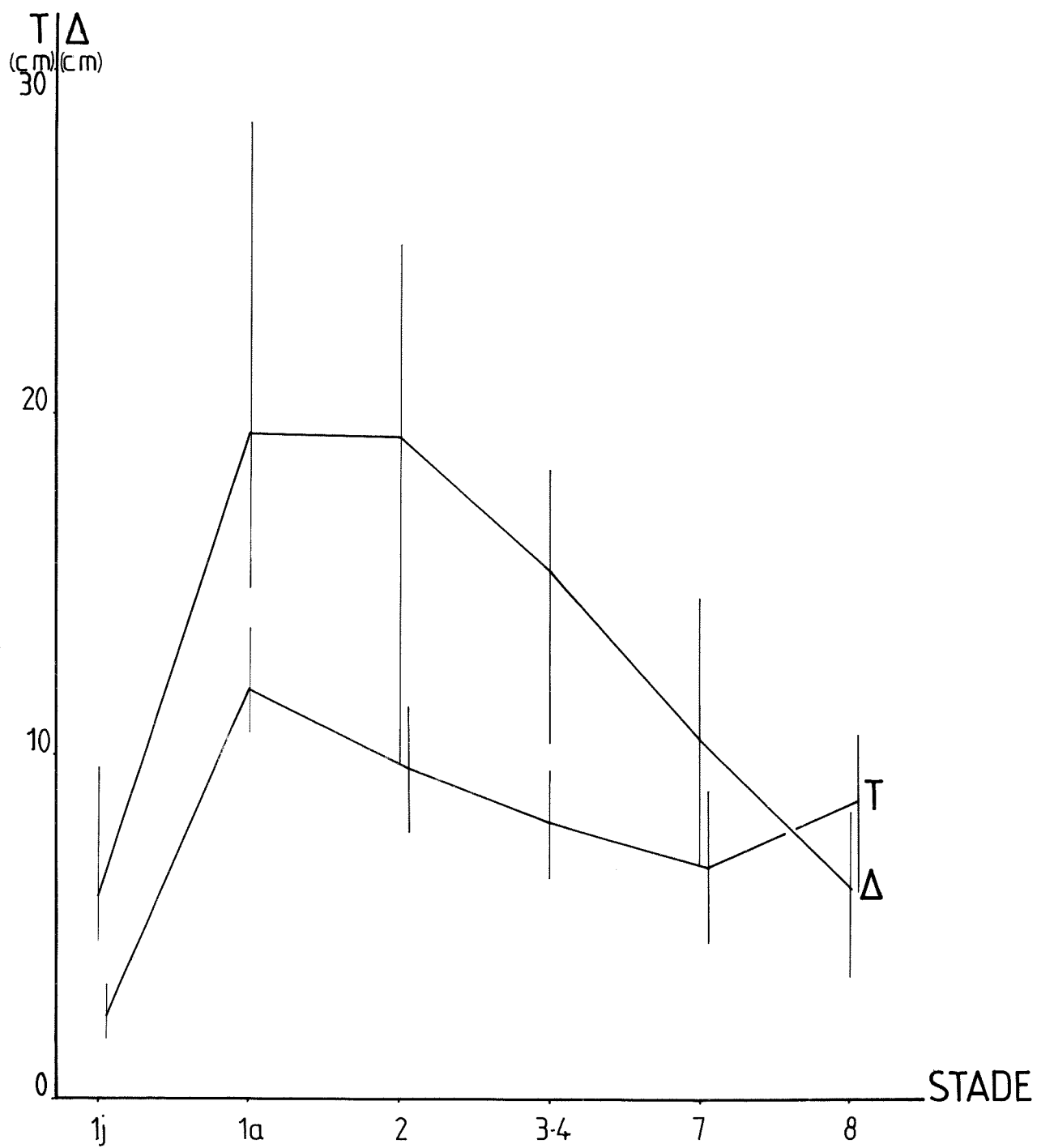


fig.160

-Solanum rugosum-

"GRAPHE SIGNATURE"

-Figure 161 :Graphe en fil

-Figure 162 :Graphe en ruban

Les pointillés marquent la présence de la
sexualité

Les flèches indiquent le sens de l'évolution
ontogénique

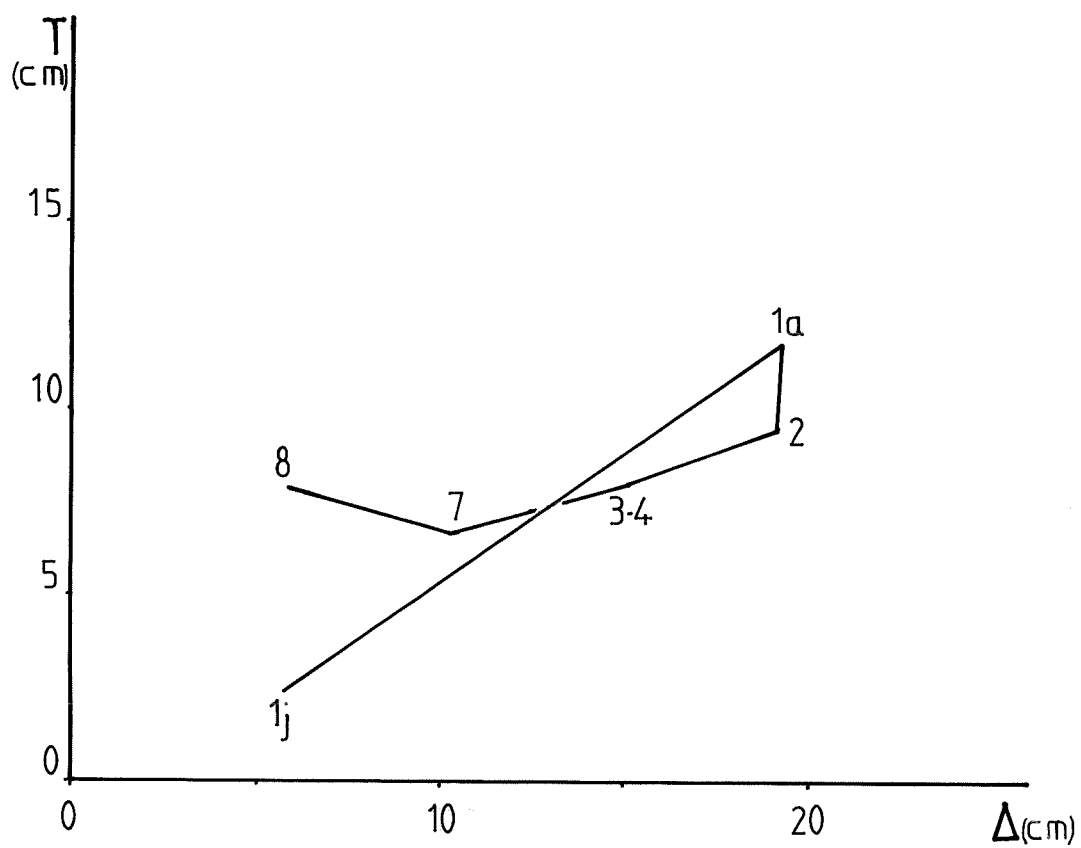


fig.161

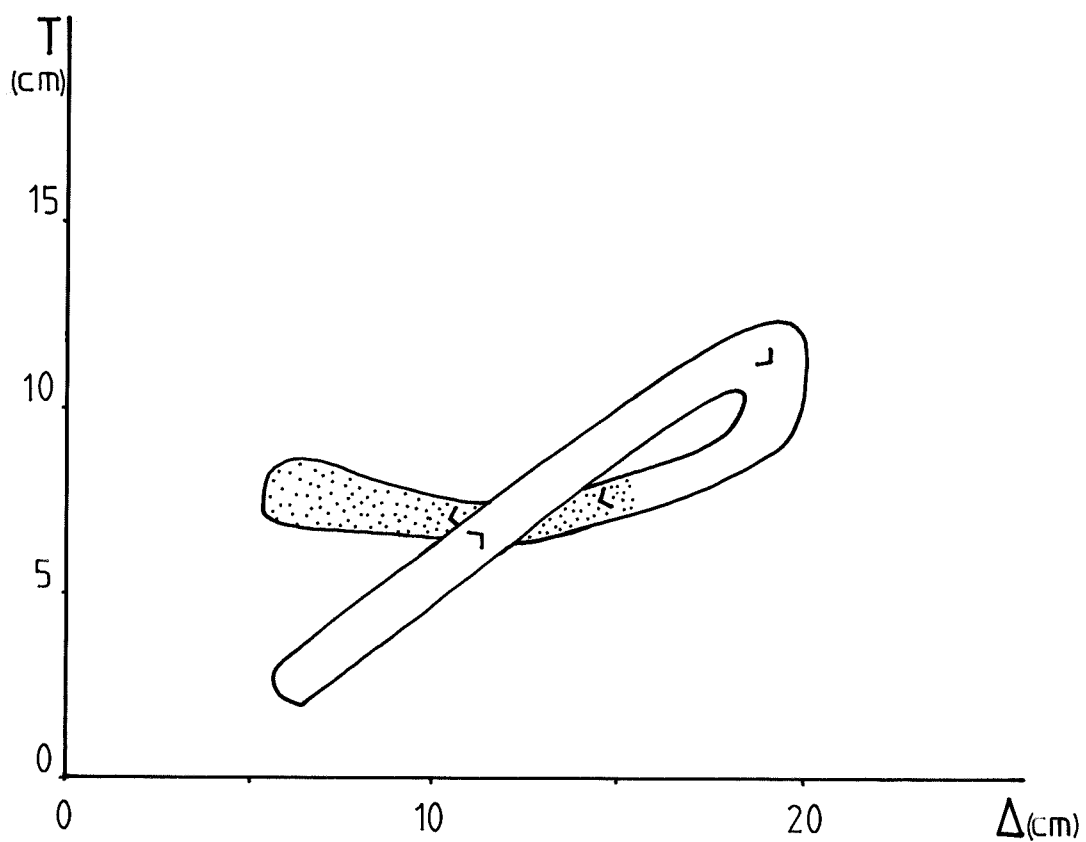


fig.162

-Solanum rugosum-

Figure 165:SCHEMA VIRTUEL


-Les échelles de hauteur et de longueur ont été respectées dans la mesure où l'ensemble restait lisible

-La structure en forme de cône renversé à la base des axes rend compte de l'augmentation de leur diamètre primaire parallèle à leur croissance en longueur

-Symboles utilisés:

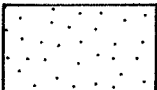
*  Inflorescence

*  Entre-noeuds

*  Zone d'échantillonnage

* "1j" Notation adoptée pour la zone d'échantillonnage

* i.a. Inflorescence abortive

*  Tissus secondaires

*La valeur prise par les paramètres synthétiques T et Δ est donnée en face des cadres hachurés représentant les zones d'échantillonnage. Suivant les cas ces valeurs de T et Δ peuvent être communes à plusieurs zones d'échantillonnage

Le code suivant a été adopté:

$\Delta \backslash T$	élevé T	moyen T	faible T
élevé Δ	$T\Delta$	$T\Delta$	$T\Delta$
moyen Δ	$T\Delta$	$T\Delta$	$T\Delta$
faible Δ	$T\Delta$	$T\Delta$	$T\Delta$

II - 11 - 5 - Données de vitesse de croissance

Vingt-neuf axes ont été récoltés.

En cinq semaines le nombre d'entre-noeuds dégagés varie de deux à quatorze, ce qui donne un plastochrone variant de 3 à 18 jours (respectivement pour les portions d'axes "1a" et "1j").

La vitesse de croissance des axes varie de 0,3 à 4,9 cm/semaine (respectivement pour les portions d'axes "1j" et "1a").

La corrélation $L - \Delta$ est très forte et positive ($r = 0,965$) de même que la corrélation $L - T$ ($r = 0,852$). Voir Figures 163 et 164.

Ceci indique que la vitesse d'allongement d'un axe est d'autant plus élevée avec un plastochrone court, qu'il est plus axialisé, et de plus grande taille.

-Solanum rugosum-

-Figure 163

Graphe indice d'axialisation-élongation axiale(Δ -L)

-Figure 164

Graphe indice de taille-élongation axiale(\top -L)

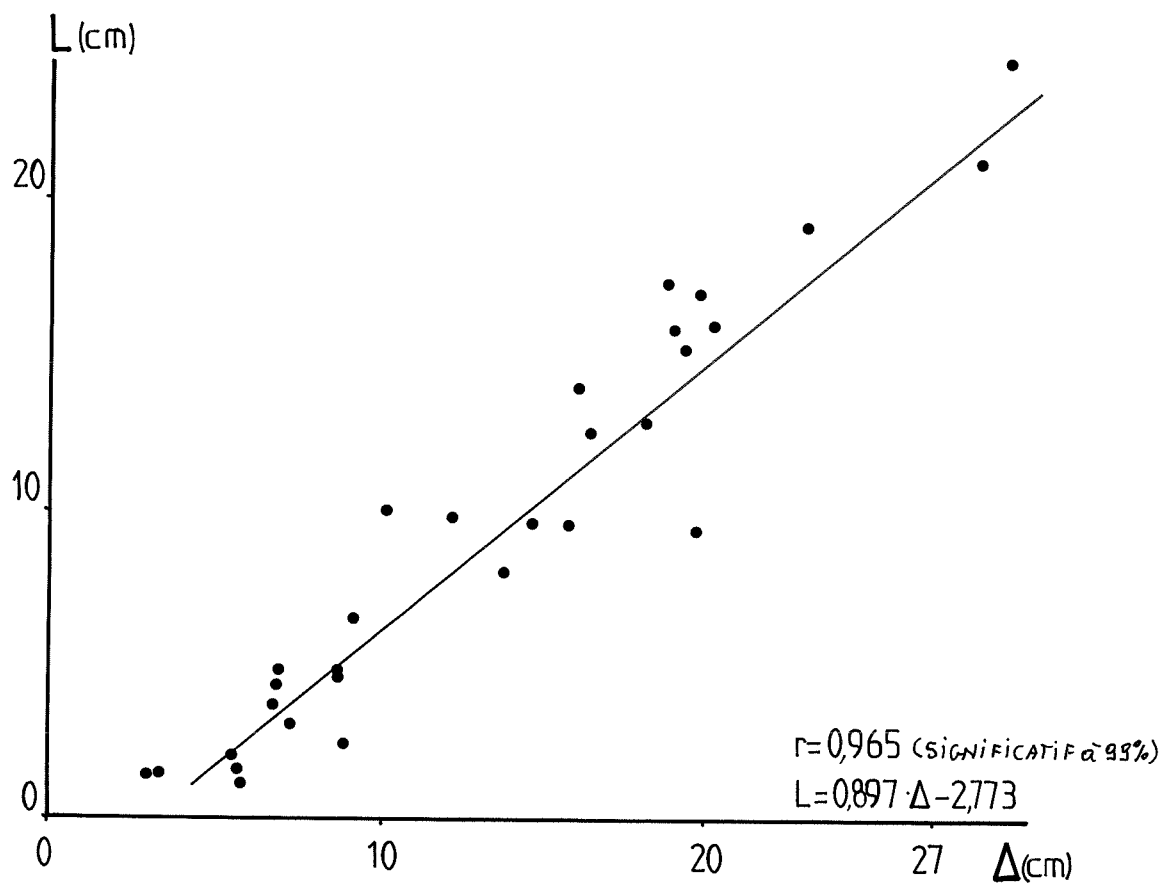


fig.163

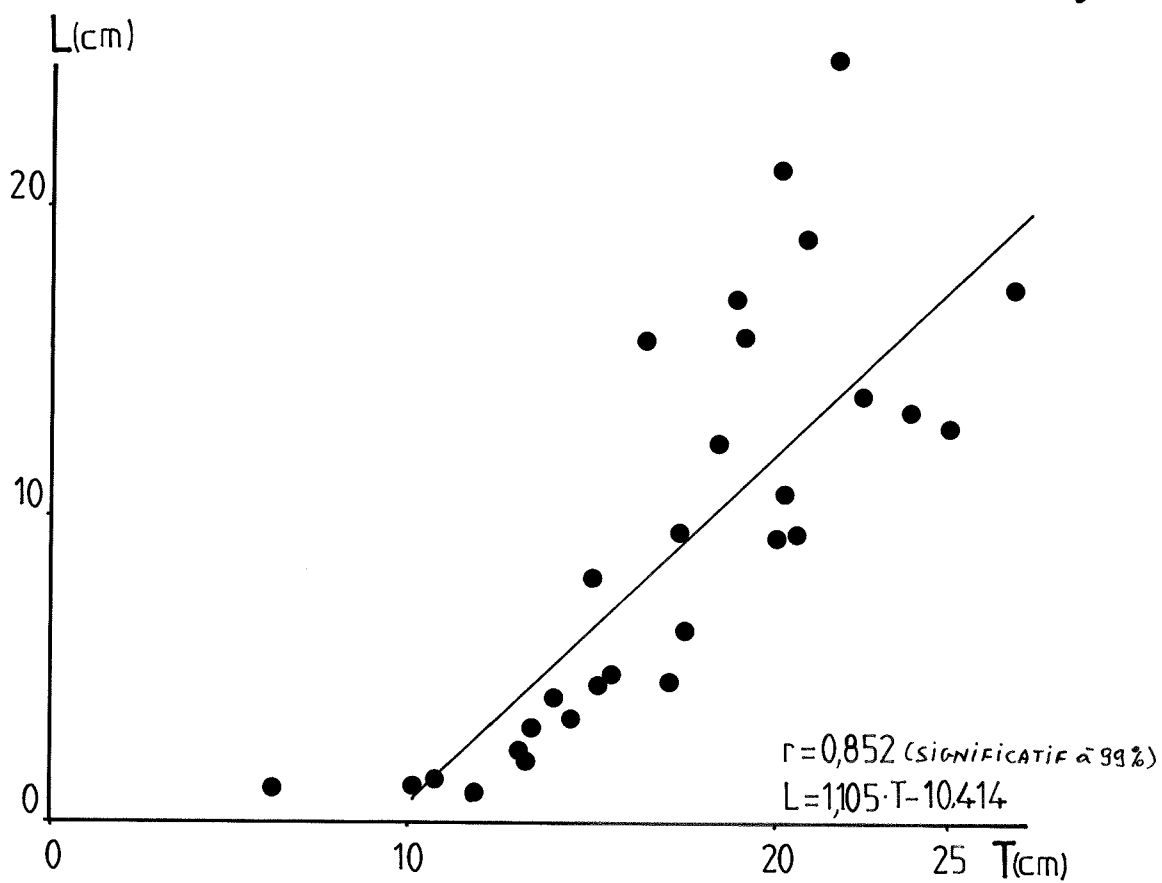


fig.164

II - 11 - 6 - Synthèse

Ces données sur la croissance et sa dynamique, de Solanum rugosum permettent d'en donner un schéma général (Fig. 165). Trois phases successives sont distinguées :

- Première phase : Elle correspond à l'axe initial en début de croissance. Il est de petite taille et très foliarisé. Sa vitesse de croissance est faible.
- Seconde phase : Elle englobe l'axe principal développé, avant ramification et les axes d'ordre 2. Leur taille est maximale, ils sont très axialisés. Leur croissance est rapide.
- Troisième phase : Elle comprend les axes de numéro d'ordre supérieur à 2. Ils sont florifères. Leur taille est moyenne. Ils sont moyennement à très foliarisés. Leur croissance est donc faible.

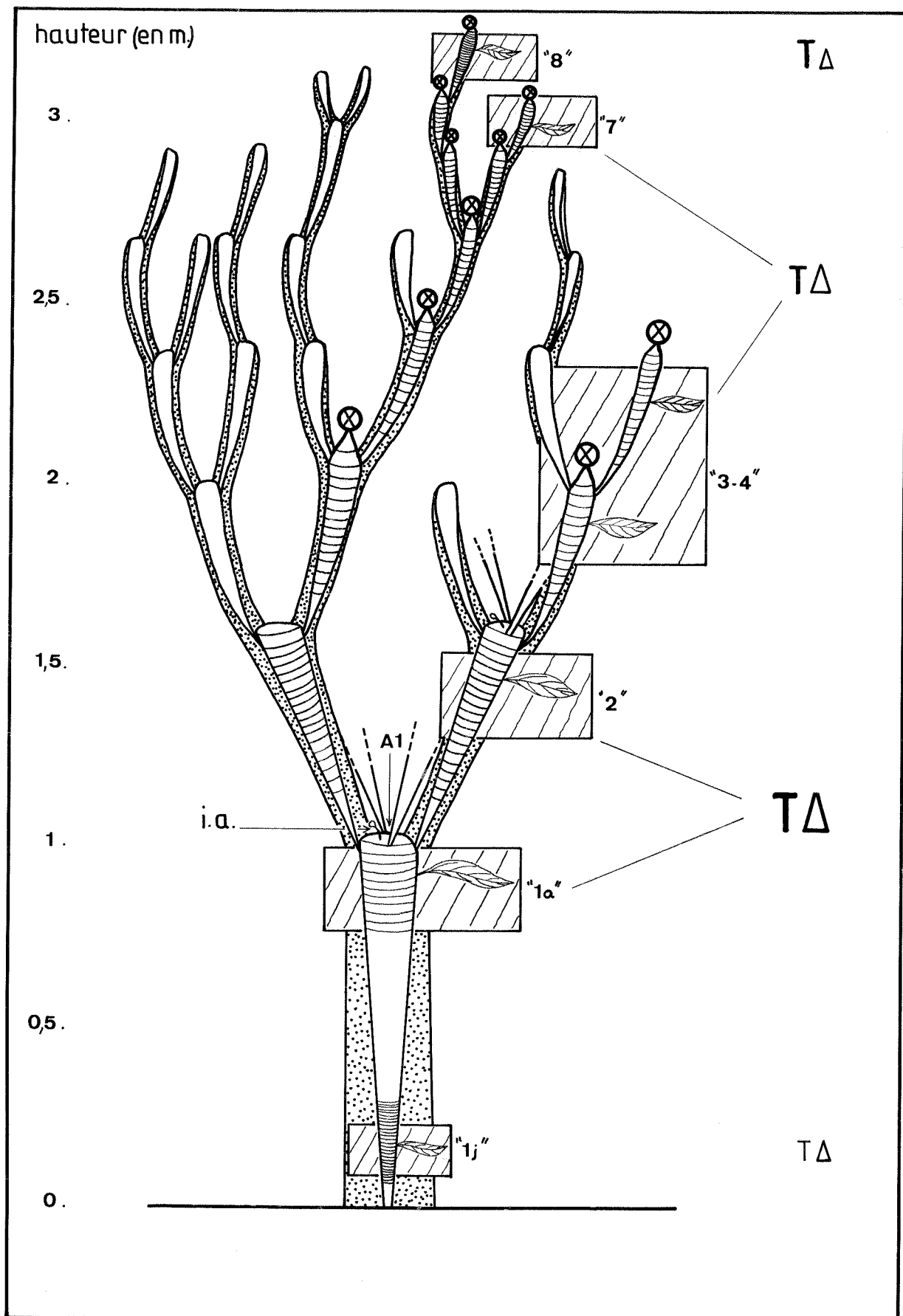


fig.165

IIIème P A R T I E

DISCUSSION

I - SYNTHESE DES RESULTATS GRAPHIQUES

I - I : REMARQUES PRELIMINAIRES

Avant d'aborder l'exposé proprement dit des résultats, il me semble important d'effectuer les remarques suivantes :

1) Bien que ce travail ait été effectué sur des espèces appartenant à 5 modèles architecturaux différents, tous les graphes vont maintenant être mis en parallèle. Cette méthode trouve sa justification dans l'approche fonctionnelle telle qu'elle a été conçue à l'origine de cette recherche (cf. 2ème PARTIE 1.1.3).

A ce titre la portion d'axe "1a" ou "1r" d'un modèle de RAUH, ROUX, SCARRONE ou STONE, peut être assimilée, de par son rôle charpentier, à la portion d'axe "1a" ou "2" d'un modèle de LEEUWENBERG.

Les différents graphes présentés ici forment donc bien un ensemble homogène sur le plan de l'étude fonctionnelle des axes.

2) Le travail préparatoire à l'échantillonnage a consisté à déterminer des "zones de prélèvement" précises sur l'arbre en croissance. Ces "stades de croissance" sont donc des moments arbitraires dans ce continuum de croissance. Cette synthèse des résultats, et a fortiori l'interprétation qui suivra, vont donc replacer ces "stades" dans leur enchaînement progressif et ordonné.

La conception même de dynamique de croissance ne peut être conçue que dans la vision de cette transition graduelle.

3) Par ailleurs, suivant le "modèle architectural" que l'on considère, ces "stades de croissance" n'ont pas la même existence relative les uns par rapport aux autres.

- En effet dans le modèle de LEEUWENBERG, il y a uniquement succession temporelle entre les stades "1j", "1a'", "2", "3", "4"...

- Pour les modèles de RAUH, ROUX, SCARRONE et STONE, s'il y a succession temporelle il peut y avoir également coexistence spatiale entre ces stades. Ainsi "1j", "1a" et "1r" se succèdent bien sur l'axe principal, mais parallèlement à ce dernier on observe la croissance des ramifications d'ordre "2", "3", "4" etc... qui vont coexister avec lui.

4) Enfin, et ainsi qu'il a été noté pour C. arabica var. nain, L. spiciformis, L. mespiloïdes, M. alata et Palicourea guianensis ssp guianensis, il n'a pas été possible d'effectuer un échantillonnage statistique correct au niveau de l'axe principal devenu florifère, ou plus généralement dans sa phase, supposée terminale, de croissance. Des mesures partielles ont toutefois pu être réalisées : on remarque toujours une diminution du diamètre axial consécutive à ce qui est observé en "1a" et/ou "1r". Le schéma virtuel en tient compte.

I - 2 : EXPOSE DES RESULTATS

I - 2 - 1 - Rappel de la démarche suivie

L'étude structurale conduite sur ces différentes espèces se décompose en deux approches :

- Une première approche a consisté en l'étude des variations de trois paramètres SF, SSE et LE en fonction des étapes de croissance (Toutes les mesures sont réalisées sur des unités individualisées : feuille/entre-noeud inférieur)

Les indices de taille (T) et d'axialisation (Δ) en sont déduits.

Il est utile de rappeler ici que ces deux indices sont des grandeurs relatives, permettant de comparer les axes d'une même espèce. Je considère ainsi qu'un axe est de taille plus grande, ou qu'il est plus foliarisé qu'un autre axe de la même plante.

Cette approche est indépendante du temps d'observation. Je la qualifie donc d'approche statique.

Remarque : Les résultats graphiques auxquels je me réfère dans cette synthèse correspondent aux tracés reliant les médianes (1) entre elles. En effet si les intervalles interoctiles (1) définis autour de chaque médiane donne une idée de la variabilité du paramètre (laquelle est en général élevée pour les grandes valeurs (2)), seule la médiane s'avère réellement significative dans la mesure où elle constitue un paramètre "robuste", par opposition aux bornes extrêmes.

- Une approche complémentaire a été réalisée non pas sur les feuilles/entrenoeuds isolés mais sur des portions d'axes dont la croissance est mesurée en un temps donné. Cinq paramètres principaux ont été enregistrés, tous relatifs à cette portion d'axe développée : SFT, L, VT, T et Δ .

(1) Voir 'ANNEXE 2.

(2) Cette plus grande variabilité des paramètres T ou Δ , quand ils prennent une valeur élevée peut déjà être pressentie à partir du graphe S-V.

On remarque ainsi que lorsqu'elles prennent de faibles valeurs les deux variables S et V sont en général bien corrélées. Pour de grandes valeurs on note par contre une plus grande indépendance entre elles (celle-ci est manifestée par un plus grand étalement des nuages de points pour les stades "1a" et/ou "1r" sur les graphes S-V, cf. 2ème PARTIE II).

En première analyse il semble donc que le groupe des hautes valeurs de S et V, et par extrapolation de T et Δ , est constitué de classes différentes caractérisées par des lois d'évolution différentes. L'interprétation morphogénétique de cette observation reste délicate.

C'est donc par opposition à la précédente une approche dynamique, directement liée au temps d'observation (voir ANNEXE 3).

Chacun de ces deux niveaux d'étude va faire l'objet d'une synthèse séparée. Je verrai ensuite, quelles sont les conclusions générales que l'on peut en tirer.

I - 2 - 2 - Approche statique : récapitulation

I - 2 - 2 - I - Evolution des 3 paramètres : SF, SSE et LE

Celle-ci est pratiquement la même quelle que soit l'espèce considérée.

L'axe initial "lj" est caractérisé par les plus basses valeurs de ces trois paramètres. C'est donc une portion d'axe dont les dimensions sont minimales.

Il va ensuite se développer pour atteindre des dimensions maximales. C'est ce que l'on observe en "1a" - "2", parfois "3" (chez M. ciliata) pour le modèle de LEEUWENBERG, et/ou en "1r" pour les modèles de RAUH, ROUX, SCARRONE et STONE.

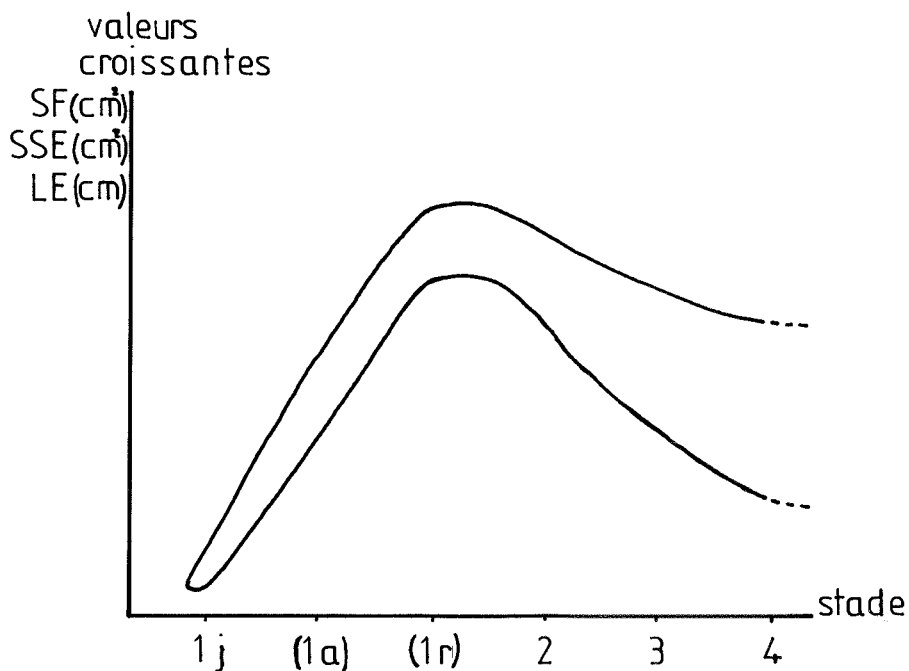
La ramification intervenant, les dimensions vont de nouveau baisser : pour les ramifications elles-mêmes (dans tous les cas), comme pour l'axe d'ordre 1 s'il continue sa croissance (C. obtusa, S. sericea notamment). Les valeurs observées sont alors moyennes à minimales, avec des variations plus ou moins régulières selon les espèces.

Remarque : C. arabica présente pour SF et LE des valeurs maximales au niveau des ramifications. On verra par la suite en quoi cette évolution se révèle intéressante.

Ce type d'évolution était en fait attendu dans la mesure où il est facilement apprécié lors de l'étude de terrain.

Graphiquement, on obtient donc une courbe d'évolution en forme de cloche asymétrique, quel que soit le paramètre.

FIGURE 166
Evolution de SF, SSE et LE au cours de l'ontogenèse



L'évolution progressive de SSE entre les stades 1j et 1a/1r, c'est-à-dire pendant l'édification de l'axe initial, rappelle les caractéristiques de la croissance juvénile des monocotylédones, que différents auteurs anglophones (TOMLINSON, ZIMMERMANN 1966 ; TOMLINSON 1964, 70, 80 ; TOMLINSON, ESLER 1973) appellent "establishment growth". CASTRO-DOS SANTOS (1981) a traduit cette expression par réalisation du diamètre maximum de la tige, antérieurement à sa croissance en longueur.

Selon TOMLINSON, ESLER (1973), "During this phase the primary axis, which is narrow in the seedling becomes converted into the massive structure capable of generating the wide trunk such as that of the palm". Ce processus conduit finalement à la formation d'une structure de tissus primaires en forme de cône renversé, dont le sommet se situe au niveau du collet de la plante (pour l'axe d'ordre 1). Chez les dicotylédones et les gymnospermes, l'augmentation du diamètre primaire de l'axe se réalise en même temps que sa croissance en longueur. La mise en place des tissus secondaires, résultant du fonctionnement du cambium masque cette structure conique au fur et à mesure de l'allongement de l'axe.

Le schéma virtuel effectué pour chacune des espèces étudiée ici rend compte de cette évolution du diamètre primaire des axes au cours de leur croissance.

La façon dont s'effectuent ces variations quantitatives appelle toutefois deux remarques :

1) Dans le cas du modèle de LEEUWENBERG, l'augmentation de valeur de ces paramètres s'effectue de façon continue de "1j" à "1a". En "2" on observe un saut quantitatif vers des valeurs en général supérieures. Au cours des ramifications ultérieures, les valeurs vont diminuer non pas continûment, mais par à-coups successifs d'un axe d'ordre n à un axe d'ordre $n + 1$.

Remarque : Il n'entrait pas dans le cadre de cette étude de considérer systématiquement les variations de ces paramètres à l'intérieur même d'un module (Ce travail n'a été fait que pour l'axe d'ordre 1). Toutefois des mesures effectuées sur des articles d'A. vieillardii en croissance montrent nettement :

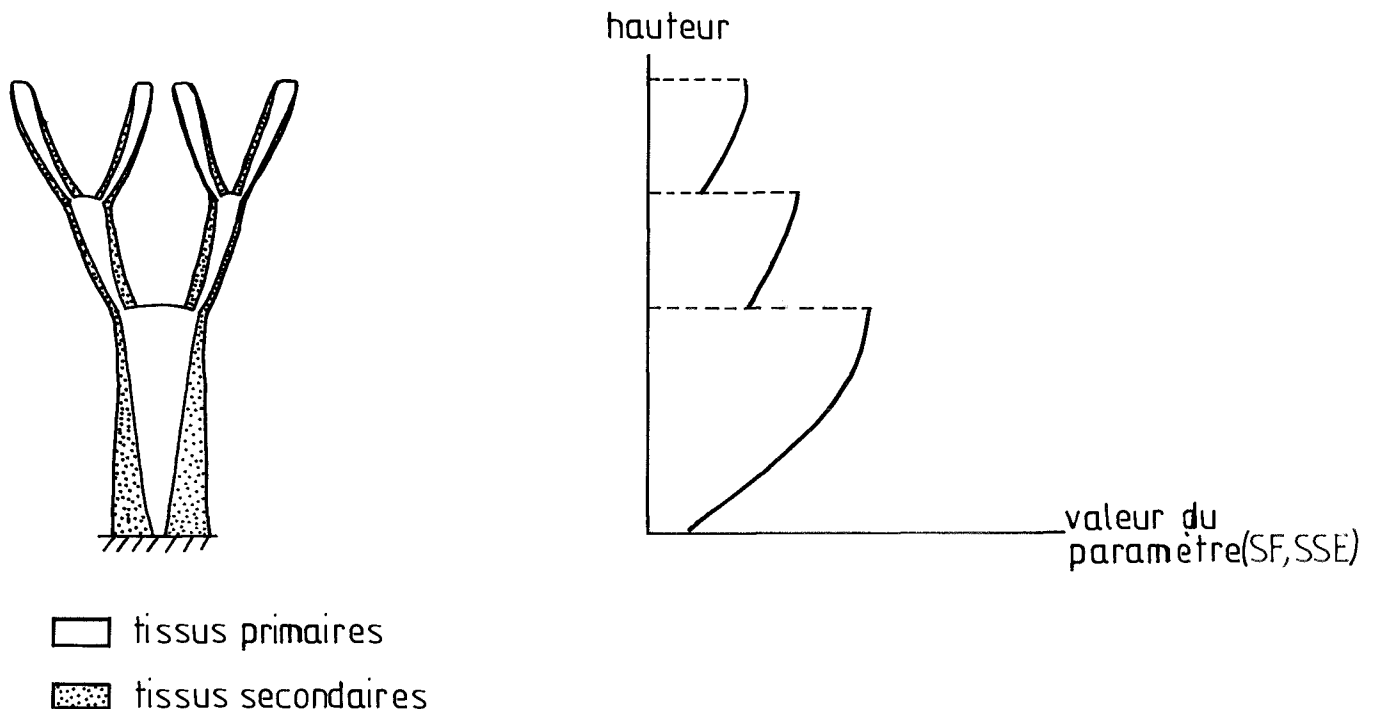
- une augmentation de SSE
- une augmentation de SF
- une diminution de LE (après l'hypopodium basal).

En fin de croissance du module, ces paramètres se stabilisent ensuite à un niveau inférieur à celui du relais précédent (dans le cas de ramifications de numéro d'ordre supérieur à 2-3 en général) ou supérieur à celui du relais porteur (pour un axe d'ordre 2, parfois 3).

En considérant le cas de SSE, ou SF, on obtient alors le schéma suivant . L'exemple pris est celui d'Alstonia vieillardii var. vieillardii.

FIGURE 167

Alstonia vieillardii var. vieillardii : Représentation graphique de la variation de SF et SSE au cours de l'édification de modules successifs (en croissance primaire). Le schéma de la plante est donné à gauche.



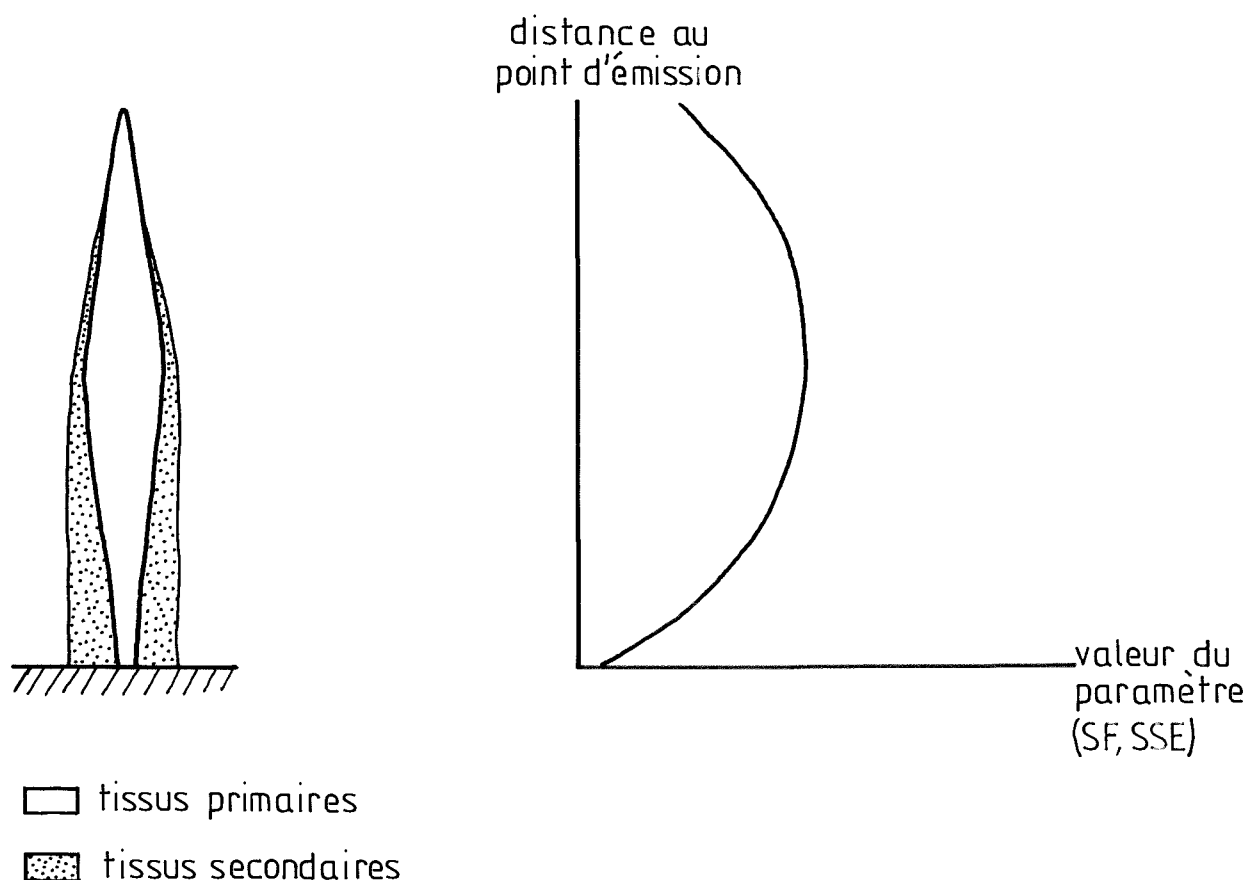
On observe le même phénomène pour les ramifications latérales, sympodiales, des modèles de STONE ou SCARRONE.

2) Cette évolution typique des systèmes sympodiaux diffère de ce que l'on observe pour les axes à croissance monopodiale : c'est le cas de tous les axes des modèles de RAUH et de ROUX, et des axes principaux d'ordre 1 des modèles de SCARRONE et STONE. En effet l'augmentation comme la diminution des valeurs de ces paramètres se fait de façon continue.

Si on prend comme exemple la variation de SSE ou SF, on observe le graphe suivant, quel que soit le numéro d'ordre de l'axe. L'exemple pris ici est celui de l'axe d'ordre 1 chez Scaevola sericea.

FIGURE 168

Scaevola sericea : représentation graphique de la variation de SF et SSE au cours de l'édification d'une structure monopodiale : l'axe d'ordre 1 (en croissance primaire). Le schéma de l'axe est donné à gauche (les ramifications ne sont pas représentées)



I - 2 - 2 - 2 - Evolution de l'indice de taille(T)

Ainsi que l'on s'y attendait cet indice résumant les variations des trois autres paramètres, présente une évolution similaire.

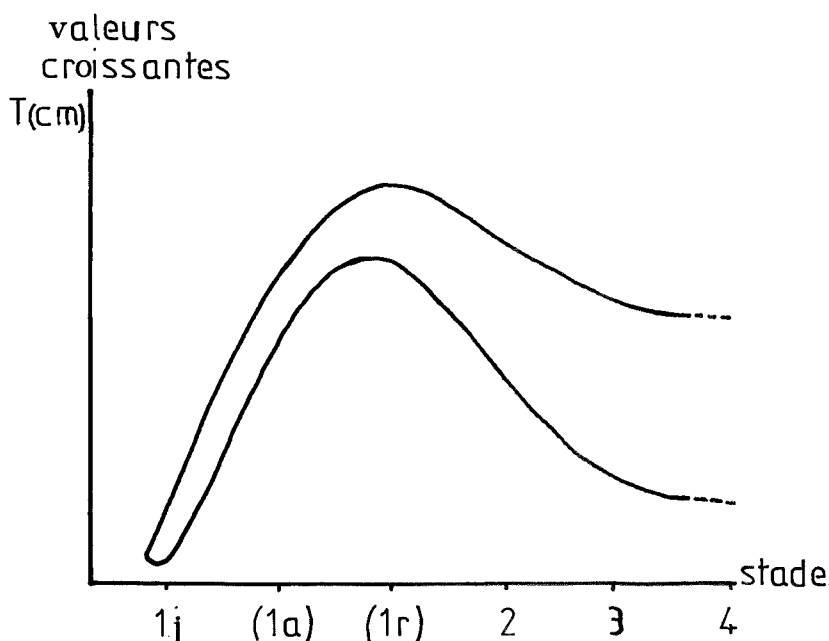
- Il prend donc une valeur minimale en "1j".
- Il atteint le maximum de sa valeur en "1a" - "1r", parfois "2".
- Il diminue et se stabilise, avec plus ou moins de régularité, autour de valeurs moyennes à minimales, au niveau de l'axe 1 en phase de **croissance terminale**, et des ramifications.

Remarque : Chez Coffea arabica var. nain, on observe une valeur maximale pour T, au niveau des ramifications (Ceci correspond à ce qui a déjà été noté pour SF et LE).

La courbe d'évolution de T est donc en résumé celle-ci :

FIGURE 169

Evolution de l'indice de taille T au cours de l'ontogenèse des onze espèces étudiées



On observe donc bien une réduction générale des dimensions des axes parallèlement à la ramification.

I - 2 - 2 - 3 - Evolution de l'indice d'axialisation (Δ)

Globalement on observe deux types d'évolution :

1) Dans un premier groupe d'espèces son évolution semble calquée sur celle de T. C'est le cas pour A. vieillardii var. vieillardii, C. obtusa, C. arabica, var. nain, I. spiciformis, L. mespiloïdes, M. alata, P. guianensis ssp guianensis, S. sericea, S. rugosum.

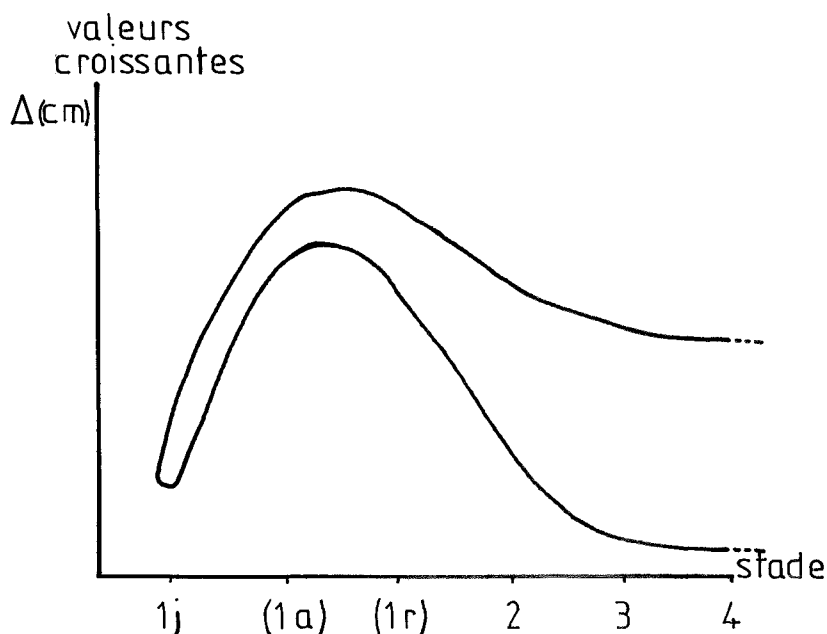
On a donc de même que pour T, une valeur de Δ faible en "1j". Elle devient maximale en "1a" - "2" ("3") ou en "1a", "1r". Enfin Δ prend une valeur moyenne à minimale au niveau des ramifications d'ordre supérieur ou égal à 3.

On note même que pour deux espèces, L. mespiloïdes et P. guianensis, ssp guianensis la valeur de Δ est sensiblement plus faible dans cette phase, qu'au niveau de l'axe initial en début de croissance.

Pour ces espèces, le schéma général d'évolution de Δ est donc celui-ci :

FIGURE 170

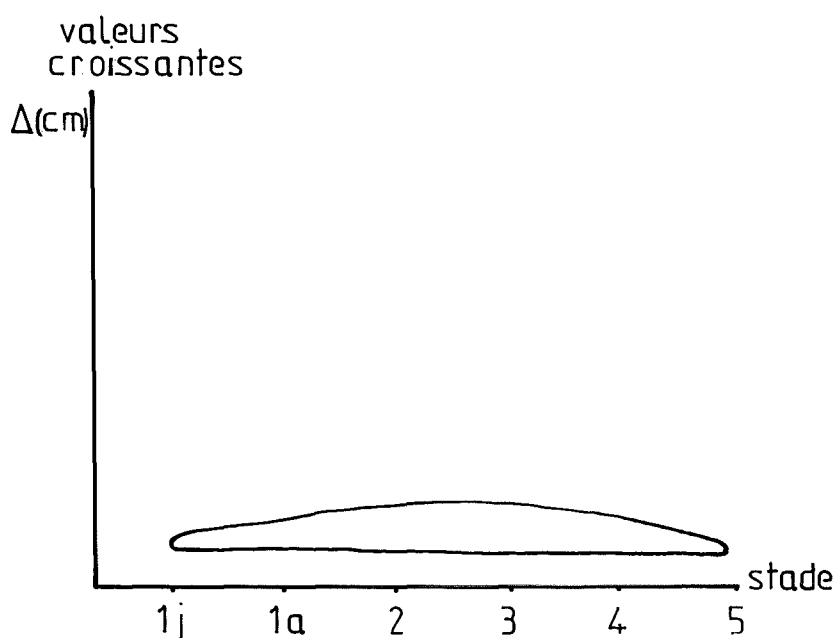
**Evolution de l'indice d'axialisation Δ au cours de l'ontogenèse de
quelques espèces ligneuses**



2) Pour le second groupe d'espèces, M. ciliata et R. communis, on remarque une évolution de Δ très faible, alors que T varie normalement. On obtient donc le schéma suivant :

FIGURE 171

Evolution de l'indice d'axialisation Δ au cours de l'ontogenèse de M. ciliata et R. communis



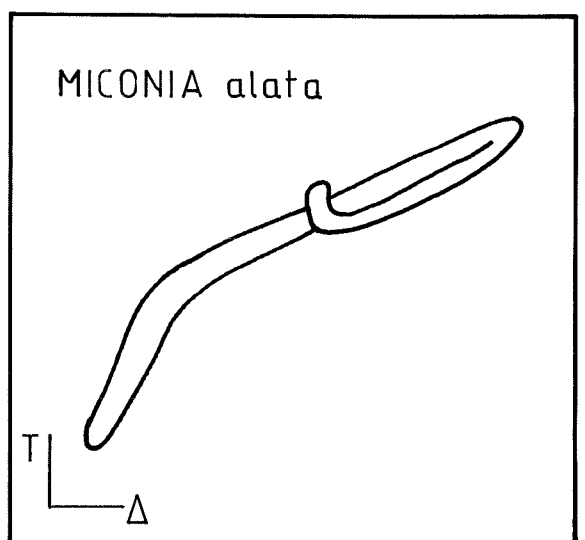
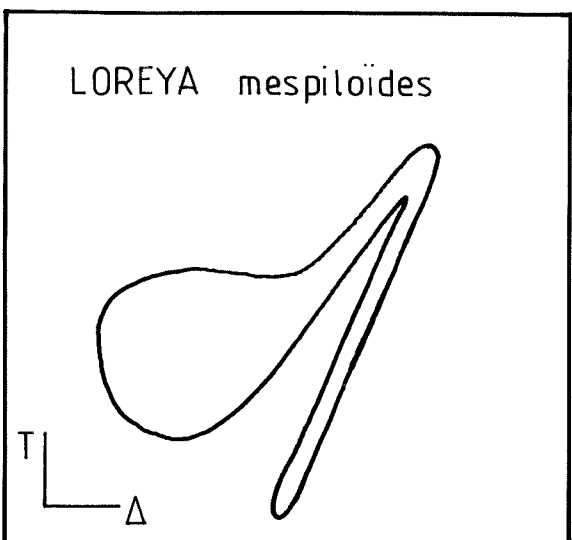
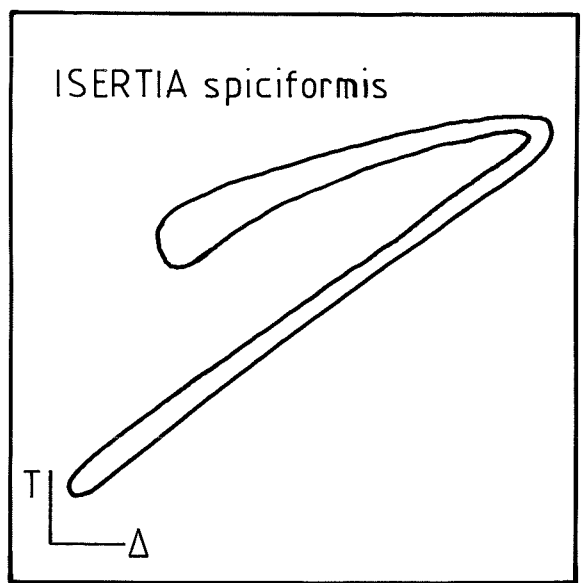
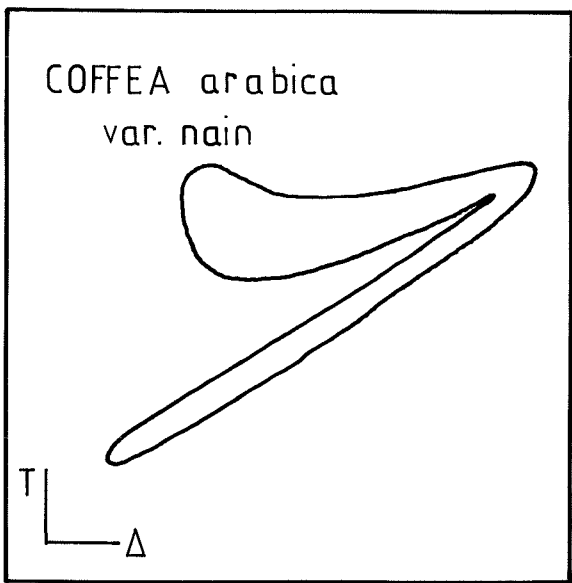
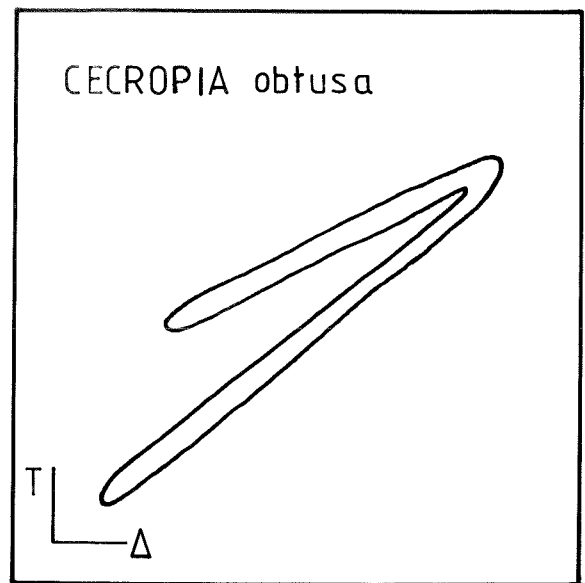
1 - 2 - 2 - 4 - Essai de typologie des "graphes signatures"

Les variations conjointes de T et Δ ont permis d'établir pour chaque espèce un "graphe signature". Celui-ci revêt un caractère spécifique dans la mesure où il a une évolution propre à chacune de ces espèces. Mais ainsi que cela a été noté (ANNEXE 2), la constance d'un tel graphe dans toute l'aire de répartition de l'espèce reste à étudier.

Les Figures 172 et 173 donnent une vue d'ensemble de ces graphes.

-Figure 172 :Récapitulation des "GRAPHES SIGNATURES"

fig.172



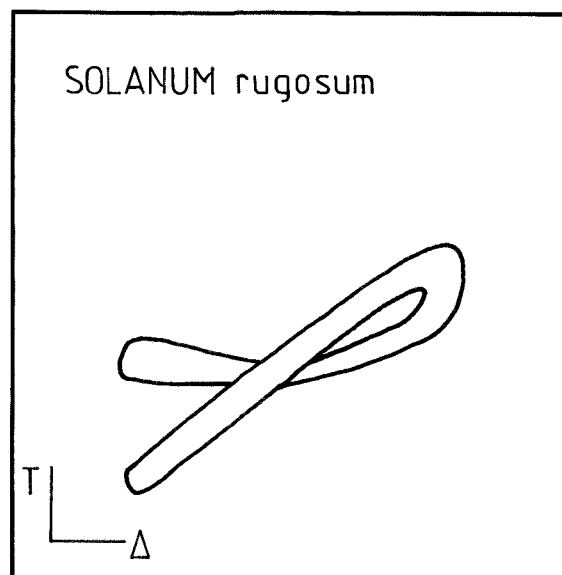
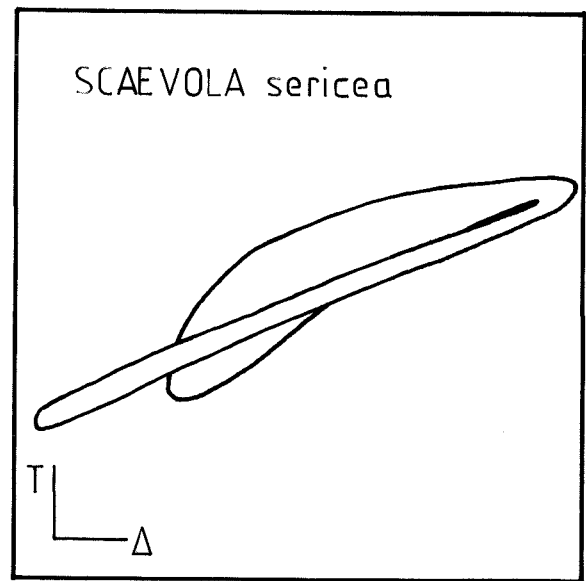
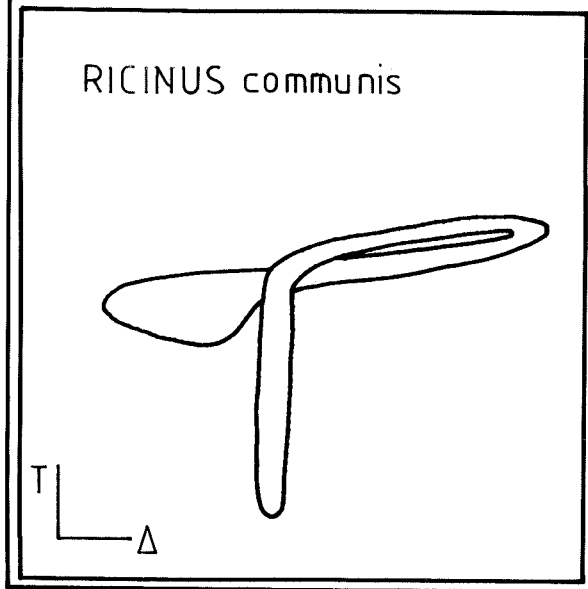
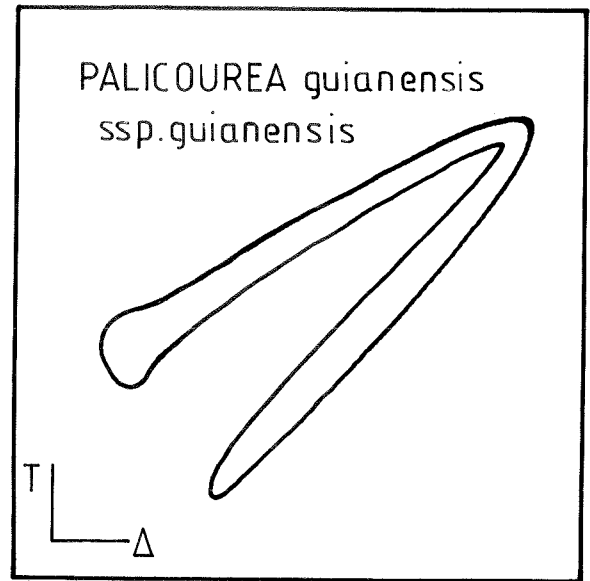
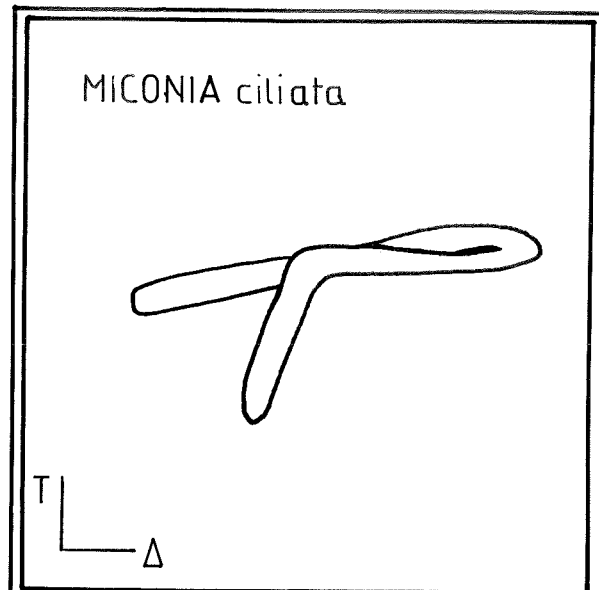
-Figure 173 :Récapitulation des "GRAPHES SIGNATURES"

On remarque la forme spécifique des "Graphes signatures"

de Miconia ciliata et Ricinus communis(encadrement par

un double trait)

fig.173



Les variations quantitatives ne constituent pas en elles-mêmes les considérations les plus intéressantes (cf. ANNEXE 2). Je préfère donc ici m'attacher à l'aspect qualitatif de ces boucles évolutives.

Une typologie des formes peut ainsi être réalisée.

Elle permet de distinguer deux grands types de boucles :

- Le premier type correspond aux espèces suivantes : A. vieillardii var. vieillardii, C. obtusa, C. arabica var. nain, I. spiciformis, L. mespiloïdes, M. alata, P. guianensis ssp guianensis, S. sericea, S. rugosum.

L'allure générale est celle d'une boucle plus ou moins fermée sur elle-même mais où les évolutions de T et Δ restent parallèles.

Le cycle d'évolution est composé d'une augmentation puis d'une baisse conjointe de ces deux composantes.

- Le second type correspond aux espèces M. ciliata et R. communis. La boucle évolutive prend ici une allure en ∞ caractéristique. Dans un premier temps on a une évolution de T alors que Δ ne varie pas ou très peu. Dans un second temps, on observe à l'opposé une variation de Δ alors que T ne varie que peu. Ces deux espèces sont encadrés par un double trait sur la Fig. 173.

On remarque que la différence de forme distinguant ces deux groupes de graphes tient essentiellement à la différence d'évolution entre les stades "lj" et "la".

D'une façon générale il semble que ces "graphes signatures", basés sur les variations conjointes de T et Δ , constituent une

représentation graphique possible du mouvement morphogénétique tel que le décrit NOZERAN.

I - 2 - 3 - Approche dynamique : récapitulation

Les résultats obtenus pour cette approche sont résumés dans les deux graphes : L-T et L- Δ établis pour les différentes espèces dont la vitesse de croissance a été mesurée, (cf. RESULTATS). La variable L correspondant à la longueur d'axe édiflée en un temps déterminé, c'est donc pour une espèce donnée, l'expression de la vitesse d'allongement de cet axe.

Les degrés de corrélation ont été spécifiés à chaque fois.

○ D'une façon générale on note une corrélation forte et positive entre L et Δ .

Les corrélations linéaires sont toujours supérieures à 0,8 (sauf pour Miconia ciliata et Ricinus communis, dont les cas sont discutés plus loin).

○ La corrélation L-T est plus variable et globalement moins élevée que la précédente.

Scaevola sericea montre une très mauvaise corrélation L-T. Il semble qu'elle soit due en partie à des axes, de taille moyenne à petite, caractérisés par une forte vitesse d'allongement.

Globalement la meilleure corrélation L- Δ peut s'expliquer par le fait que la variable L concerne spécifiquement l'axe et que Δ est un facteur qui par nature "privilégie" la part de l'axe dans le rameau feuillé.

Remarque :

► Le cas de Miconia ciliata, s'il montre une corrélation L-T moyenne indique par contre une très mauvaise corrélation L- Δ (cf. Fig. 101).

► Chez Ricinus communis il semble que la corrélation L- Δ permette de distinguer deux types d'axes mais aucune conclusion définitive ne peut être apportée (cf. Fig. 130 et § II-9-5 2ème PARTIE). La corrélation L-T, par contre, est bonne.

Pour ces deux espèces la mauvaise corrélation L- Δ peut s'expliquer par la faible amplitude de variation de Δ .

On peut donc dire que dans le cas général :

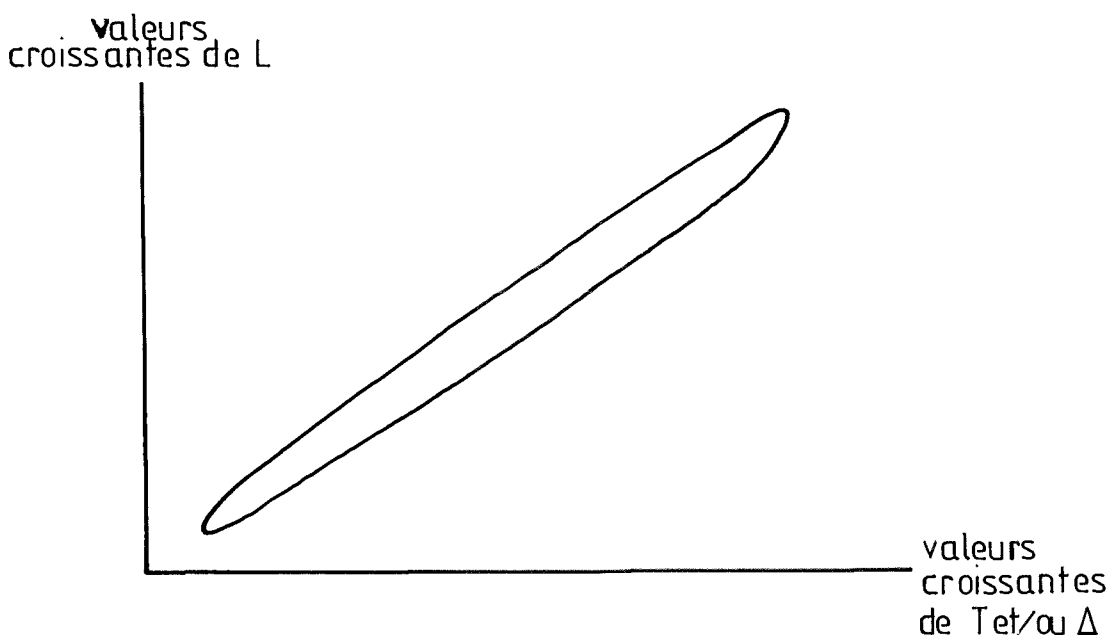
- plus un rameau a une forte prédominance axiale (c'est-à-dire, plus il est **axialisé**) plus il est de grande taille, plus il a une croissance rapide.
- plus un rameau a une forte prédominance foliaire (c'est-à-dire, plus il est **foliarisé**) plus il est de petite taille, plus sa croissance est lente.

Pour M. ciliata et R. communis, les axes ayant tous le même degré d'axialisation, un axe croît d'autant plus vite qu'il est plus développé.

On peut donc tracer le graphe général suivant :

FIGURE 174

Variation de la vitesse d'allongement axial (L) en fonction des indices de taille (T) et/ou d'axialisation (Δ), pour les onze espèces étudiées



I - 3 : PROPOSITION D'UNE LECTURE GRAPHIQUE DE LA CROISSANCE

Ces deux approches ayant été explicitées, il est maintenant possible de donner les grandes étapes de la croissance végétative et du développement de ces espèces.

Trois paramètres sont retenus dans la définition de ces étapes :

- l'indice de taille, T
- l'indice d'axialisation, Δ
- la vitesse de croissance, par inférence à partir de l'évolution de T et Δ , L

Il est utile de rappeler que l'expression "vitesse de croissance" s'entend ici comme le résultat de la croissance en un temps donné, que la croissance soit continue ou rythmique (cf. ANNEXE 3).

Trois phases principales de croissance ont généralement été distinguées, pour les onze espèces étudiées.

► Une première phase correspond à l'axe initial en tout début de croissance.

T y prend une valeur minimale

Δ y est faible (il est minimal dans neuf cas sur onze).

La vitesse de croissance y est donc faible.

C'est donc un axe peu développé, foliarisé et à croissance faible.

Je propose donc de considérer cette phase comme la phase foliarisée initiale.

► Une seconde phase englobe cet axe initial en pleine croissance et a fortiori, quand il se ramifie, au niveau des premières ramifications.

Dans le modèle de LEEUWENBERG, elle comprend aussi les axes de numéro d'ordre 2, ou même 3.

- T y prend sa valeur maximale
- Δ y atteint également son maximum
- On en déduit une vitesse de croissance élevée.

Ce sont donc des axes très développés, à forte prédominance axiale et à fort potentiel de croissance.

Je propose l'appellation de phase axialisée.

► Une troisième phase correspond à l'axe initial quand son diamètre diminue (quand la plante est monopodiale), et aux ramifications latérales périphériques.

On remarque en effet que ces axes ou portions d'axes sont marqués par une évolution sensible des paramètres.

- T et Δ y prennent une valeur moyenne à minimale
- Par conséquent la vitesse de croissance y est également moyenne à faible.

On observe donc là un retour de T et Δ vers les valeurs observées dans la phase foliarisée initiale.

De plus, c'est dans cette troisième phase que la floraison se manifeste.

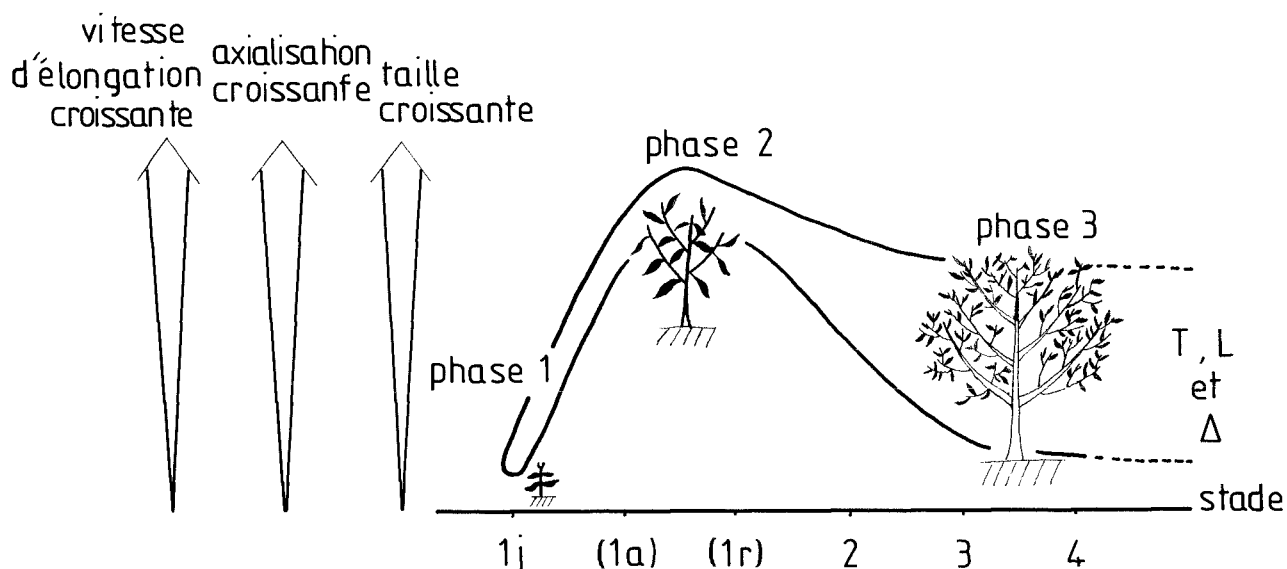
Je propose donc de l'appeler phase foliarisée sexuelle.

En résumé on peut donc tracer le schéma d'évolution suivant :

FIGURE 175

Evolutions conjointes de la vitesse d'allongement axial , de la taille et du degré d'axialisation au cours de l'ontogenèse d'un végétal ligneux.

La description des phases est donnée dans le texte



phase 1 : phase foliarisée initiale

phase 2 : phase axialisée

phase 3 : phase foliarisée sexuelle

o L'existence d'une phase de croissance caractérisée par une taille importante des axes feuillés et une vitesse de croissance élevée (phase axialisée) semble s'accorder avec la relation qu'établissent BARTHOU et BUIS (1979 a et b, 81) entre un "facteur général important" (le facteur général est défini comme "une similitude des tailles des différents organes de la série") et "une croissance plus forte **et un développement plus rapide**", sur des axes végétatifs de Mirabilis jalapa L.

Cette observation amène ces auteurs à considérer "la **coordination** croissance dimensionnelle- cinétique du développement" comme ^{une} propriété fondamentale du comportement morphogénétique de l'axe.

o Cette lecture graphique de la croissance de ces espèces arborescentes ou buissonnantes trouve un écho tout à fait intéressant dans la description du développement de Lycopodes arborescentes fossiles du Paléozoïque, faite par des paléobotanistes. L'étude de l'évolution du diamètre primaire a en effet permis à EGGERT (1961) de distinguer chez ces végétaux trois phases de croissance :

- l'épidogenèse, où ce diamètre augmente
- la ménétogenèse, où ce diamètre reste stable
- l'apoxogenèse, où ce diamètre diminue.

L'évolution observée ici permet d'établir le parallèle suivant :

- l'épidogenèse correspond à la transition entre la phase foliarisée initiale et la phase axialisée.
- la ménétogenèse correspond au maintien de l'axe en phase axialisée.
- l'apoxogenèse traduit l'évolution vers la phase foliarisée sexuelle.

En somme si nous parlons de cette évolution en terme de dynamique, nous pouvons décrire la phase d'épidogenèse comme marquée par une dynamique d'axialisation, tandis que l'apoxogenèse correspond à une dynamique de foliarisation.

o Par ailleurs, l'existence de cette foliarisation progressive des ramifications trouve un parallèle intéressant dans le travail de RENARD 1971 sur Fagus sylvatica (cité dans WHITE 1984).

En effet des mesures effectuées sur des individus âgés de 25 à 120 ans ont permis à cet auteur de fournir les résultats suivants :

	individu de moins de 25 ans		individu de 120 ans	
	bois	surface foliaire	bois	surface foliaire
pousses longues	70 %	60 %	63 %	23 %
pousses courtes	30 %	40 %	37 %	77 %

Les chiffres sont exprimés,

- *pour le bois, en pourcentage de la biomasse produite dans l'année*
- *pour la surface foliaire, en pourcentage de la surface foliaire totale.*

On constate donc que les surfaces foliaires portées par les pousses longues et les pousses courtes sont respectivement divisées et multipliées par deux, entre un arbre de moins de 25 ans et un arbre de 120 ans.

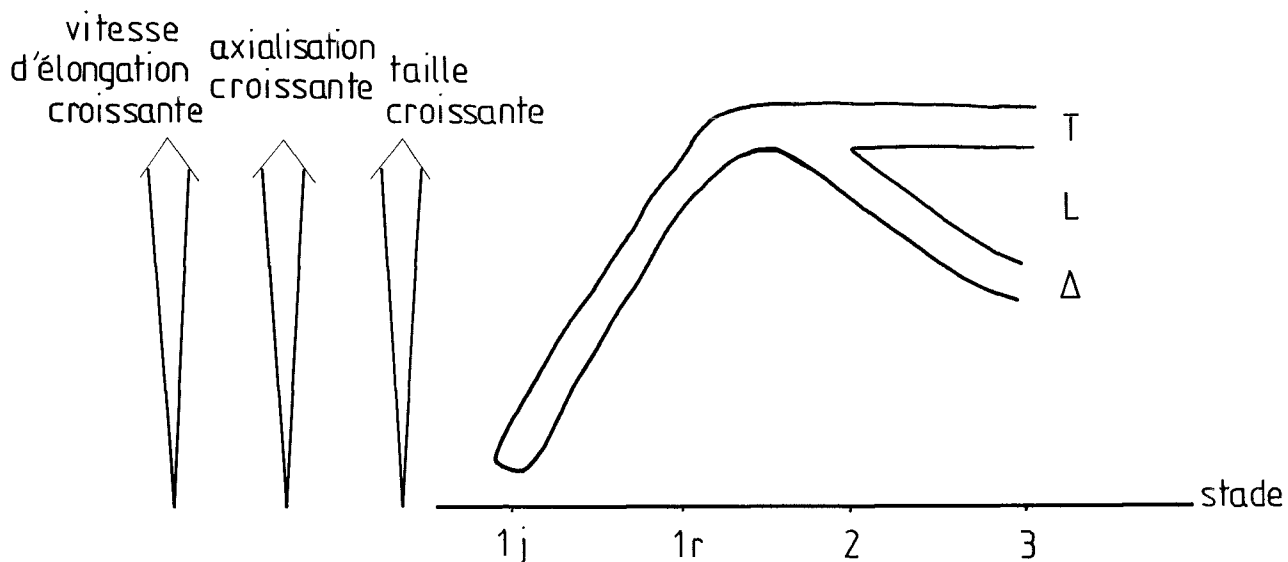
En marge de ce cas général, il faut maintenant considérer les "cas particuliers" de C. arabica var. nain d'une part et de M. ciliata et R. communis d'autre part.

-Pour C. arabica var. nain on observe bien les deux premières phases mais la troisième phase montre un maintien de la taille à un niveau élevé. Autrement dit quand la floraison apparaît, les rameaux s'ils sont nettement foliarisés, n'en conservent pas moins une taille élevée. Le schéma d'évolution de Coffea arabica var. nain est donc le suivant :

FIGURE 176

Evolution de la vitesse d'allongement axial(L),de la taille (T) et du degré d'axialisation (Δ) au cours de l'ontogénèse de Coffea arabica var. nain.

Les trois phases de croissance sont identiques à celles figurées sur la Figure 175



- Pour M. ciliata et R. communis, la seule évolution dont on puisse parler est celle de la taille, car tous les axes de la première à la troisième phase sont également foliarisés.

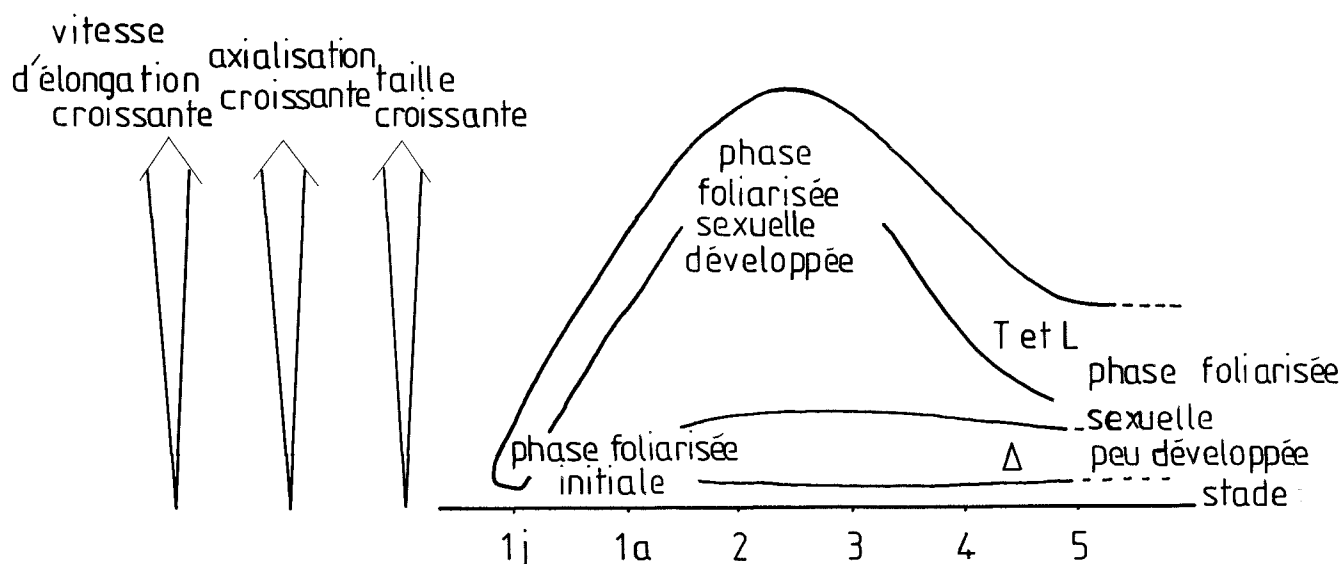
A ceci se superpose un autre phénomène : la floraison y apparaît dès la seconde phase donc quand la taille est maximale.

Il n'y a donc pas ici de phase axialisée proprement dite. Toutefois, il apparaît justifié de distinguer trois phases de croissance, comme pour les espèces précédentes, mais leur appellation doit varier. Je parlerai donc plutôt de phase foliarisée initiale, de phase foliarisée sexuelle développée et enfin de phase foliarisée sexuelle peu développée.

Pour ces deux espèces on a donc l'évolution suivante :

FIGURE 177

Evolution de la vitesse d'allongement axial (L), de la taille (T) et du degré d'axialisation (Δ) au cours de l'ontogénèse de Miconia ciliata et Ricinus communis



Nous verrons plus loin en quoi ces trois cas particuliers s'avèrent tout à fait intéressant dans l'interprétation du schéma croissance-floraison que je propose.

II - INTERPRETATION DES RESULTATS

II - 1 : INTRODUCTION

La synthèse des résultats a permis de dégager les observations communes aux différentes espèces.

Ces faits généraux concernent d'une part les espèces, d'autre part l'évolution des paramètres.

Faits généraux sur les espèces :

Quel que soit le modèle, on observe trois phases de croissance successives ou coexistantes. Ces trois phases marquent des moments précis dans une évolution progressive. Elles concernent :

- l'axe initial en tout début de croissance
- les axes charpentiers, qui constitueront plus tard le tronc et les branches maîtresses du modèle, que la croissance soit monopodiale ou sympodiale.
- les ramifications périphériques (en général à partir des ordres 3-4)

La floraison intervient au cours de cette troisième phase, pour 9 espèces parmi les onze étudiées dans ce mémoire.

o L'avantage de l'approche structurale telle qu'elle a été développée ici tient donc essentiellement au fait qu'elle permet de résumer considérablement les grandes étapes morphogénétiques du végétal. Cette simplification conduit à établir pour chaque espèce une courbe-résumé d'évolution des paramètres. Les graphes d'évolution de

SF, SSE, LE, T et Δ au cours de l'ontogenèse, en constituent une illustration.

La juxtaposition des courbes-résumés conduit alors au tracé d'une enveloppe globale résumant l'évolution des paramètres pour toutes les espèces.

La synthèse des résultats met ainsi en évidence l'homogénéité des résultats pour les différentes espèces, que celles-ci soient à fonctionnement monopodial (ex : Cecropia obtusa) ou à fonctionnement sympodial (ex : Solanum rugosum).

Toutefois à un niveau d'analyse plus fin, celui du diagramme architectural, la méthode d'échantillonnage adoptée dans ce travail (basée sur l'aspect physionomique-fonctionnel des niveaux foliaires) apparaît comme hétérogène. En effet l'étude du diagramme architectural montre que l'évolution morphogénétique d'une plante monopodiale est différente de celle d'une plante sympodiale. De ce fait, les ordres de ramification n'ont pas la même signification dans l'un et l'autre cas. Ainsi un axe d'ordre 2 provenant d'un fonctionnement monopodial n'est pas comparable à un axe d'ordre 2 provenant d'un fonctionnement sympodial. En ce sens le fait d'avoir compris dans un même ensemble les axes d'ordre 2 et 3 de Cecropia obtusa peut être considéré comme une hétérogénéité morphogénétique, sur le plan de l'étude du diagramme architectural, alors que sur un plan fonctionnel, on peut les assimiler parce qu'ils sont tous deux florifères.

Il n'y a donc pas lieu d'opposer ici ces deux approches dans la mesure où elles ne se situent pas au même niveau d'étude du végétal. L'accent doit être mis au contraire sur leur profonde complémentarité.

○ Ainsi que nous l'avons vu 3ème partie I-3 , l'enchaînement de ces trois phases de croissance peut être conçue comme la résultante de deux dynamiques successives :

Dans un premier temps, la dynamique d'axialisation permet l'évolution de la "phase foliarisée initiale" vers la "phase axialisée". Cette dynamique concourt donc à l'édification centrale des branches-maîtresses du modèle (et éventuellement d'un tronc).

Dans un second temps, la dynamique de foliarisation conduit à la formation d'axes foliarisés florifères. Cette dynamique concourt au développement périphérique de la phyllosphère, lieu d'apparition de la sexualité.

Cette considération me semble corroborer la notion d'intercalation qu'EDELIN (1984) a développé à partir de son étude de l'architecture monopodiale. Cet auteur constate en effet que "la morphogenèse d'un système ramifié monopodial ne s'effectue pas par adjonction de rameaux qualitativement nouveaux à sa périphérie, mais par intercalation de structures nouvelles au coeur même de son architecture, la différenciation périphérique étant déjà en place dès l'origine". On peut concevoir que la mise en place de ces structures nouvelles" au coeur "de la plante est étroitement liée au processus d'axialisation. La couche de rameaux qui limite la plante extérieurement résulte quant à elle du processus de foliarisation.

○ La mise en évidence de trois étapes majeures dans la croissance de ces onze espèces apportent des éléments de réflexion intéressants dans la compréhension de l'évolution du végétal au cours de son ontogénèse.

Ainsi que nous l'avons déjà noté (1ère PARTIE II) deux phases sont généralement distinguées par les morphologistes dans la croissance des plantes vasculaires : la "phase juvénile" et la "phase adulte", la seconde étant marquée par l'apparition de la sexualité.

Le parallèle suivant peut être noté :

- La "phase juvénile" de ces auteurs englobe donc la "phase foliarisée initiale" et la "phase axialisée" que je décris ici.

- Quant à la "phase adulte", elle correspondrait à la "phase foliarisée sexuelle".

L'approche structurale permet à mon sens d'affiner cette description de deux phases en distinguant dans la "phase juvénile" ces deux étapes si dissemblables quantitativement et surtout en insistant sur l'aspect dynamique reliant ces différentes étapes entre elles. C'est en effet au cours de la "phase juvénile" de la littérature, que se réalise le processus d'axialisation progressif des axes tandis que la "phase adulte" interviendrait durant le processus de foliarisation.

o Par ailleurs certains auteurs ont cherché à évaluer de façon générale l'évolution de la dynamique de croissance au cours de la vie de la plante.

Ainsi pour ROBINSON, WAREING 1969 : "In the early stages of growth of the seedling lasting some years in forest trees, shoot extension growth is rapid... In time however the growth rate declines...". Pour BORCHERT 1976-a : "Transition from juvenile to adult foliage coincides with a decline in vigor of shoot growth".

L'approche dynamique réalisée dans ce mémoire permet de

préciser cette évolution. On montre en effet que la vitesse de croissance de l'axe initial augmente progressivement durant la phase d'axialisation et qu'elle diminue avec la ramification, c'est-à-dire parallèlement à la foliarisation croissante touchant les ramifications et l'axe initial s'il poursuit sa croissance.

Faits généraux sur l'évolution des paramètres :

Le cas le plus représenté ici est celui d'une évolution conjointe de la taille (T) de l'axe et de son degré d'axialisation (Δ).

Pour huit des onze espèces on a donc la relation suivante :

- un rameau de grande taille est axialisé.
- un rameau de petite taille est foliarisé.

Deux espèces constituent un "cas particulier": M. ciliata et R. communis. En effet on y observe une dissociation complète entre ces deux facteurs. Bien que la taille des axes varie, leur foliarisation reste relativement identique à celle de l'axe initial en début de croissance.

Un cas intermédiaire est constitué par C. arabica var. nain, qui présente en troisième phase des axes de grande taille mais foliarisés.

On constate donc ici l'intérêt descriptif que présentent ces deux indices T et Δ . Mais l'indice d'axialisation Δ revêt également une valeur interprétative de l'évolution fonctionnelle des axes au cours de leur croissance.

Ainsi à la suite de KAHN, JEANNODA-ROBINSON (1977) propose de distinguer sur le plan fonctionnel les "axes d'exploration"

et les "axes d'exploitation" du milieu aérien. Les premiers sont des rameaux optimisant l'occupation spatiale du végétal. De façon générale sont désignés ainsi les axes à croissance rapide, à entre-nœuds longs et portant peu de feuilles ou des feuilles de petite taille. Les seconds sont des axes dont la vitesse de croissance est plus faible. Ils ont des entre-nœuds courts et portent une surface foliaire relativement plus importante, par rapport à l'axe, que les précédents.

On retrouve d'ailleurs là, la relation établie par BARKER et coll. (1973), entre le diamètre de l'axe et son rôle trophique et mécanique. Cette distinction est également valable que le végétal soit arborescent ou herbacé (JEANNODA-ROBINSON 1977).

Travaillant sur les ARACEAE, BLANC (1978) assimile les stolons et les flagelles à des "axes d'exploration". BARCELLOS De SOUZA (1984), sur Commelina communis, désigne de la même façon ces axes et considère les tiges dressées comme des "axes d'exploitation".

Par ailleurs sur un arbre tel que Theobroma cacao (COOK 1916 ; LENT 1966 ; VOGEL 1975, 77, 78 ; WHEAT 1979), les axes plagiotropes correspondent aux "axes d'exploitation" tandis que les axes orthotropes sont les "axes d'exploration".

Suivant les cas les "axes d'exploration" sont donc orthotropes ou plagiotropes. De même pour les "axes d'exploitation". Néanmoins dans ces quelques exemples, ces deux notions permettent d'effectuer une discrimination entre les axes.

Dans bon nombre de cas, toutefois, cette distinction est beaucoup moins nette. Pour un arbre se développant conformément au modèle de LEEUWENBERG par exemple, il n'y a pas de dimorphisme axial. Chaque rameau peut présenter les caractéristiques des deux

types d'axes. C'est également le cas de l'axe initial qui, chez les espèces ligneuses typiques (Alstonia vieillardii, Cecropia obtusa...) se comporte comme un axe d'exploitation en début de croissance puis évolue en axe d'exploration à mesure que son diamètre augmente.

L'emploi de ces deux termes reste ainsi finalement limité à des structures typiques, bien caractérisées (peut-être monopodiales).

Il m'apparaît donc intéressant de compléter cette nomenclature par les valeurs que prend l'indice d'axialisation (Δ) dans les différents cas de figure.

- D'une part on a les "axes d'exploration" correspondant typiquement aux rameaux axialisés (à forte prédominance axiale).

- D'autre part on a les "axes d'exploitation", foliarisés (à forte prédominance foliaire).

Entre ces deux extrêmes, l'indice d'axialisation permet de définir une évolution graduelle d'un type d'axe vers l'autre.

Son utilisation me semble donc cerner la réalité plus finement en décrivant des axes exploitant (prédominance foliaire) ou explorant (prédominance axiale) le milieu à un degré variable (1).

 (1) Cette idée serait probablement à poursuivre dans le domaine racinaire; Il est en effet possible de distinguer, sur le plan fonctionnel tout au moins, des axes d'exploration et des axes d'exploitation du milieu souterrain, les seconds étant marqués par un chevelu racinaire important.

Les marqueurs que constituent les brachyrhizes seraient à comparer à des feuilles.

Il est à noter que de même que pour l'appareil aérien, un même axe peut exploiter le milieu ou l'explorer suivant son stade de croissance. Il en est ainsi du pivot de la plante : de faible diamètre sur la plantule il se comporte comme un axe d'exploitation. Il va ensuite augmenter progressivement son diamètre pour devenir un axe d'exploration typique (ATGER communication personnelle ; KAHN 1977, 78, 80).

II - 2 : PROPOSITION D'UN SCHEMA GENERAL D'INTERPRETATION DE LA CROISSANCE ET DU DEVELOPPEMENT

Les différents résultats tirés de l'étude de ces onze espèces ont permis la proposition d'une lecture graphique de leur croissance (3ème PARTIE 1-3).

Une tentative d'interprétation de la croissance et du développement peut maintenant être proposée. La place de la floraison dans ce schéma sera en l'occurrence envisagée.

Mais il est nécessaire auparavant de replacer ce travail dans le cadre des connaissances récentes acquises en morphogenèse végétale, notamment celles développées dans le concept de mouvement morphogénétique.

II - 2 - 1 - L'évolution morphogénétique du végétal

Le concept de mouvement morphogénétique ayant déjà été exposé (1ère PARTIE II) je me contenterai d'effectuer les remarques complémentaires suivantes :

- L'existence d'une évolution morphogénétique non linéaire implique la nécessaire distinction entre l'âge chronologique et l'âge physiologique d'un tissu végétal. En effet la nature cyclique du mouvement morphogénétique induit très vite un décalage entre ces deux âges.

Ainsi au tout début de la vie du végétal, les tissus sont en général chronologiquement et physiologiquement jeunes. En d'autres

termes ils sont à la fois "jeunes" et "récents". Mais dans la phase adulte de sa croissance, la plante présente au niveau des dernières structures mises en place, donc chronologiquement jeunes ("récentes"), des signes de sénescence physiologique (NOZERAN 1986 ; NOZERAN et coll. 1982 ; ROBBINS 1964).

- De cette considération générale découle une notion fondamentale : les axes qui se succèdent au cours de la croissance n'ont pas tous les mêmes potentialités morphogénétiques. Celles-ci évoluent progressivement d'un axe au suivant et le long d'un axe au cours de sa croissance.

Ce phénomène est décrit par exemple sur différentes espèces de Phyllanthus par BANCILHON (1965, 66, 69, 72) ; BANCILHON, NEVILLE (1966) ; BANCILHON, NOZERAN, ROUX (1963).

De même, les cultures "in vitro" montrent particulièrement bien que les tissus n'ont pas toujours les mêmes aptitudes morphogènes, et que celles-ci varient suivant le site de prélèvement sur le végétal (CHOUARD 1962 et AGHION 1963 sur le Tabac ; MARGARA 1982 sur le Tabac et la Chicorée ; NOZERAN 1986).

Ce phénomène est connu par ailleurs sous le vocable de "topophysis" (terme originel créé par MOLISH 1922, cité dans WAREING 1959) ou "topophysie" (FRANCLET 1979). ROBBINS (1964) définit ce terme ainsi : "The new plant retains the characters of the portion of the plant from which it came" (voir aussi BORCHERT 1976)

Divers exemples semblent montrer qu'il existe une mémorisation de ces étapes morphogénétiques au niveau de chaque axe ou portion d'axe. On a ainsi observé sur des Chênes, des Eucalyptus (GOEBEL 1898), Cercis siliquastrum et Sequoia sempervirens que les rejets issus de la souche de l'arbre, partie du végétal la première mise

en place, présentent des caractères juvéniles (NOZERAN 1984, 86 ; NOZERAN et coll. 1982). MEDARD (1972) parle, à propos du manioc d'une "mémoire de la ramification" siégeant dans les boutures de certains clônes.

Un autre exemple est fourni par l'étude des réitérations d'A. vieillardii ou d'A. plumosa. En effet sur un arbre adulte, les réitérations présentent l'aspect morphologique correspondant au niveau de ramification dont elles sont issues. Ainsi les réitérations portées à la base du tronc sont typiquement juvéniles. Celles issues du "tronc" ont des feuilles adultes et sont en général "vigoureuses". Tandis que les réitérations se trouvant sur les axes périphériques fleurissent après avoir formé deux entre-noeuds (observations personnelles).

TORQUEBIAU 1979 fait des observations comparables sur Shorea mecitopteryx et une espèce d'Artocarpus.

Cette mise en mémoire persiste plus ou moins longtemps à travers la croissance secondaire.

C'est ainsi que chez Loreya mespiloïdes (cf. 2ème PARTIE II-5), on peut concevoir une perte progressive des potentialités originelles des bourgeons dormants du tronc. Ceci permet finalement leur sexualisation.

Le mouvement morphogénétique s'attache à décrire une évolution essentiellement qualitative du végétal au cours de sa croissance.

L'étude structurale telle qu'elle a été menée ici met plutôt l'accent sur l'existence parallèle d'une évolution quantitative. Celle-ci correspond d'ailleurs aux "deux voies de croissance" qui selon

CHAMPAGNAT, CRABBE (1974) conduisent à la juxtaposition d'un tronc et d'une couronne chez l'arbre : "During a first phase , a proeminent, orthotropic axis (or system of axes) is built. In a second phase this tendency regresses and the growth potential is distributed among an increasing number of secondary shoots related to the main axis".(cf. p¹⁴⁴)

A la boucle morphogénétique se superpose donc bien une boucle évolutive décrite par les paramètres structuraux.

Le "graphe signature" en constitue probablement une formulation graphique tout à fait suggestive.

Mais il ne faut pas voir là un simple parallèle.

Il semble que, ainsi que le suggère NOZERAN (1986) "ces modifications quantitatives ouvrent la voie à des changements plus profonds, qualitatifs".

L'idée générale peut donc être formulée de la façon suivante :

Dans le domaine de la morphogénèse, tout peut être traduit en terme de variation quantitative. La notion de forme elle-même peut être quantifiée ainsi que l'ont montré des travaux sur les techniques de reconnaissance de forme appliquées aux molécules chimiques et aux bactéries (1).

De même plus généralement la conception de la forme comme résultante de phénomènes de croissance dans des directions variées conduit logiquement à une quantification possible (BUIS 1987 ; LINDENMAYER 1982).

Mais à des degrés précis de cette transition quantitative, des qualités nouvelles apparaissent, ou disparaissent de façon prévisible

(1) in "Pour la SCIENCE" n° 90 et 109.

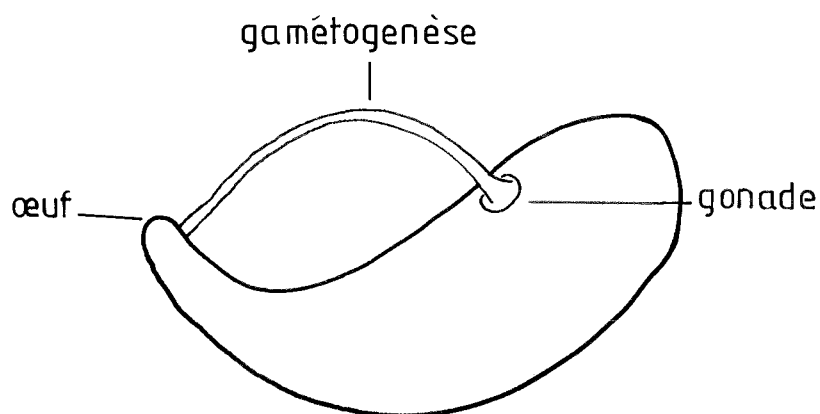
(WAREING 1959 le suggère pour la floraison). Peut-être faut-il voir dans cette relation le fait que l'accumulation de déséquilibres partiels (évolution quantitative) peut provoquer, à un moment précis, un déséquilibre plus important (saut qualitatif) ? Cette hypothèse est en tout cas suggérée par NOZERAN (1986) (1).

 (1) Elle rejoint en outre l'idée de THOM (1972), qui dans sa "théorie des catastrophes", associe à la variation continue d'une variable x le saut brusque d'une variable y qui lui est reliée. De façon plus précise LE GUYADER (1985) pense que les travaux de BANCILHON (1969) sur la morphogenèse du *Phyllanthus* "peuvent s'interpréter en théorie des catastrophes, en particulier les originalités liées à l'acquisition de la plagiotropie et la floraison".

Mais il semble que la notion de mouvement morphogénétique elle-même puisse s'enrichir de la vision que propose la théorie des catastrophes. En effet on peut comparer le processus qui selon NOZERAN, coll (1982) conduit les cellules à "des pertes de fonctions aboutissant à la mort alors que singulièrement elles sont le siège, manifestement, de retour en arrière, de rajeunissement", avec l'image topologique qu'en donne THOM (1972). Initialement conçue à partir de l'étude de métazoaires, on peut l'appliquer aux végétaux. Ce type de représentation permet "de comprendre de manière véritablement ontologique l'antagonisme constructeur des mouvements vie-mort" (LE GUYADER 1985).

FIGURE 178

Image topologique reliant la phase sénescence du développement du végétal à son œuf par la gamétogenèse
 (D'après LE GUYADER 1985 ; THOM 1972)



Les travaux de JAY ALLEMAND et coll. (1986) sur Juglans sp. montrent que sur le plan de la physiologie également, des variations quantitatives de certains composés métaboliques peuvent être utilisées comme "marqueurs endogènes" des étapes (qualitatives) du mouvement morphogénétique : juvénilité, maturité, croissance.

Ce problème du passage quantitatif-qualitatif se retrouve dans le fait même d'associer usuellement croissance et développement. En effet, à la croissance correspond une évolution quantitative tandis qu'au développement correspond l'apparition ou la disparition de qualités spécifiques.

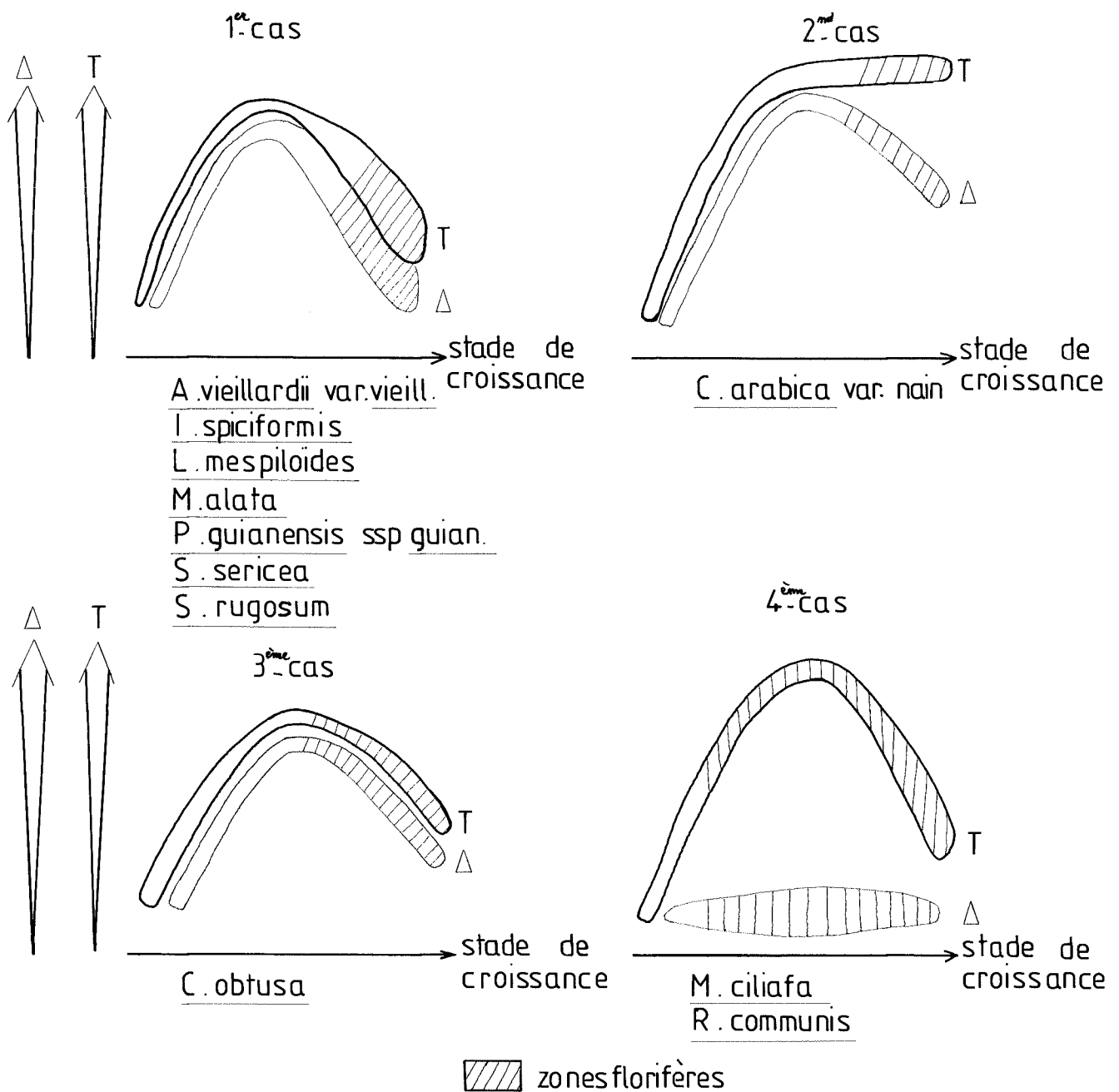
II - 2 - 2 - Evolution structurale et floraison

Il est donc maintenant possible de proposer une interprétation de la floraison, à partir de ces données structurales.

Si on juxtapose les graphes obtenus pour les onze espèces, on observe quatre cas d'évolution :

FIGURE I79

Différents cas d'évolution des indices T et Δ au cours de l'ontogénèse
Pour l'appellation des différentes phases de la croissance de ces
espèces se reporter au paragraphe I-3
Les stades de croissance sont précisés
dans les paragraphes I-2-2-2 et I-2-2-3



NOTE : Les trois premiers cas d'évolution constituent en fait des modalités particulières du "premier type" d'évolution mis en évidence par la typologie des formes des "graphes signatures". Le quatrième cas correspond quant à lui, au "second type" de la typologie.

D'une façon générale on remarque que la floraison a lieu quand les valeurs de SF, SSE, LE et donc T diminuent mais il est montré ici que chez Coffea arabica var. nain, Miconia ciliata et Ricinus communis, le virage floral s'effectue sur des axes caractérisés par un indice de taille T élevé. La floraison n'apparaît donc pas reliée à un niveau particulier de la taille.

Qu'en est-il de sa relation avec l'évolution de l'indice d'axialisation ?

1) Pour les espèces correspondant au premier cas d'évolution, la sexualité apparaît nettement reliée à la foliarisation des axes.

Cette observation semble correspondre au cas généralement noté chez les ligneux où la floraison est contemporaine de la ramification.

Je fais donc l'hypothèse suivante :

La floraison est corrélée à la foliarisation des rameaux.

2) C. arabica var nain, second cas d'évolution, s'accorde parfaitement avec cette première hypothèse. Mais ce cas s'avère intéressant dans la mesure où ce cultivar a été sélectionné entre autre, pour sa grande productivité en culture à haute densité. On remarque que les inflorescences sont portées par des rameaux développés mais foliarisés. Or on sait par ailleurs, d'après l'étude de MIDGLEY et coll.

1986 sur Leucadendron ou celle, menée ici, sur R. communis, que la taille de l'inflorescence est bien corrélée à la taille de l'axe porteur.

Je pense donc qu'il faut voir là une conséquence directe de la sélection qui tout en permettant la foliarisation normale des ramifications, donc la floraison selon mon hypothèse, a maintenu leur taille élevée, donc une production de drupes de taille optimale (1).

3) Mais C. obtusa, troisième cas d'évolution, permet à mon avis d'affiner cette hypothèse. On remarque en effet que la floraison apparaît en "1r" alors que la taille et l'axialisation de l'axe sont encore forts.

Je pense donc qu'il faut reprendre ici la conception dynamique de la croissance de la plante.

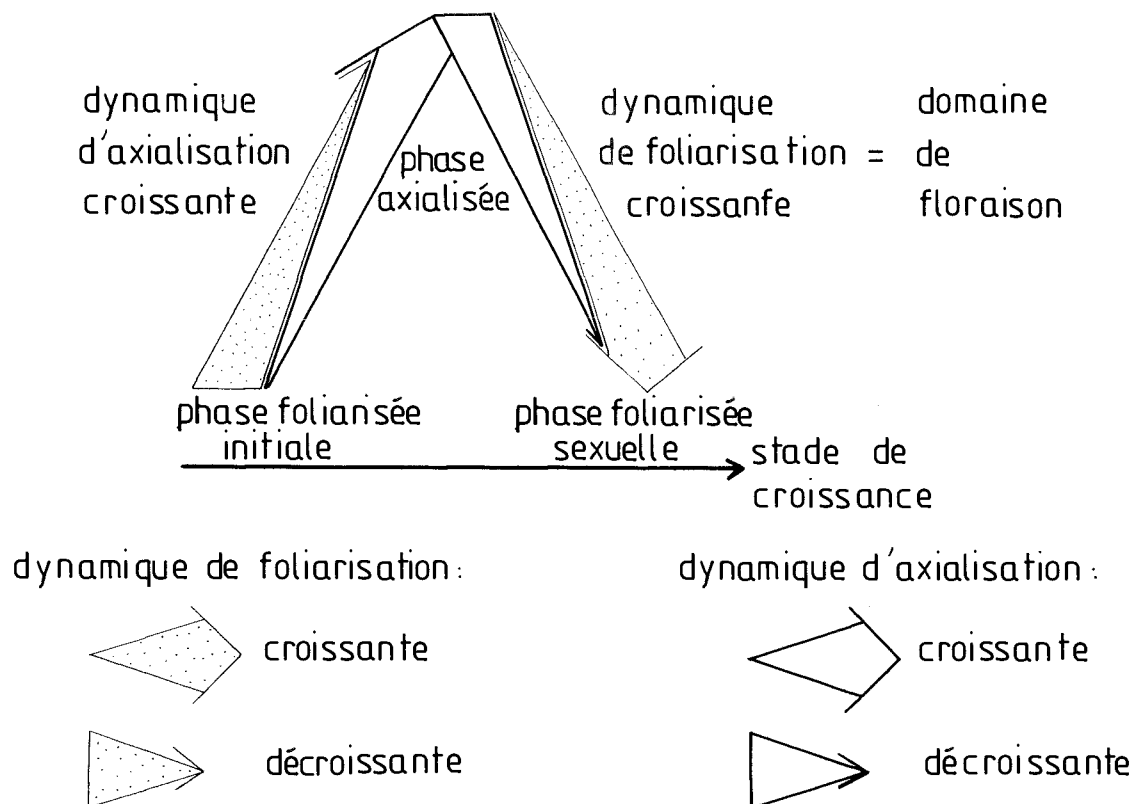
Ceci m'amène à formuler une seconde proposition englobant la première :

La floraison apparaît et se maintient quand la dynamique d'axialisation (marquée par une axialisation croissante) évolue en une dynamique de foliarisation (c'est le cas de C. obtusa), ou a fortiori, dans le cours même de cette phase de foliarisation (premier cas d'évolution).

Je propose donc le schéma suivant :

 (1) La relation entre la taille des fruits et le développement végétatif sous-jacent a été bien étudiée. Ainsi KOZLOWSKI, KELLER (1966) font état de plusieurs travaux reliant la taille du fruit à la surface foliaire ou au nombre de feuilles.

FIGURE 180
Dynamiques d'axialisation et de foliarisation
Corrélation avec l'apparition de la sexualité



4) M. ciliata et R. communis constituent enfin un "cas particulier".

Pour ces deux espèces, la floraison est précoce (1). Or on

 (1) Sur R. communis si la première inflorescence se manifeste généralement quand la taille de l'axe est maximale (l'indice de taille y atteint sa plus haute valeur), elle a été observée également sur des axes de 0,3 à 0,5 m restés grêles.

remarque que tous les axes sont également **marqués** par un fort degré de **foliarisation** (identique à celui de l'axe initial en début de **croissance**). Ceci **m'amène** à formuler une troisième hypothèse englobant les deux premières :

La floraison semble liée au processus de foliarisation des axes. Elle apparaît donc typiquement au cours de ce processus, parallèle à la ramification. Mais elle peut aussi se manifester très tôt s'il n'y a pas de phase d'axialisation préalable, ou quand cette dynamique d'axialisation s'infléchit vers une dynamique de foliarisation.

L'étude structurale conduite ici ne permet pas d'introduire une **relation de causalité entre l'évolution vers la floraison et la sénescence**, ou à l'inverse **entre l'inhibition de la floraison et la croissance végétative** (CHAMPAGNAT 1983, 87 ; WAREING 1959).

De façon générale il me semble **nécessaire** de présenter la relation foliarisation-floraison en terme de corrélation et non en terme de causalité.

J'insisterai donc ici uniquement **sur le caractère contemporain de ces deux phénomènes**.

Si une causalité quelconque est à chercher pour la floraison, ou **pour le déterminisme d'évolution de l'axialisation et de la foliarisation**, elle doit probablement être conçue en terme de "causalité complexe" (BONSACK 1978 ; MORIN 1977, 80), et **doit donc inclure d'autres aspects non considérés ici (écologie, physiologie)**.

La mise en évidence de l'évolution de l'indice d'axialisation et

de sa corrélation avec la floraison permet également d'interpréter l'existence des formes néoténiques.

TAKHTAJAN (1959) définit la néoténie ainsi : "the cessation of ontogeny at an earlier stage than in ancestral forms".

Par ailleurs "In plants, neoteny involves the rapid essentially precocious sexuality of most or all of the aerial axes" (HOT 1978). Ces formes particulières de sexualité donnent à penser que très tôt la plante possède une aptitude à la floraison. Elle conjugue alors au niveau de la plantule des caractères de vieillesse et de jeunesse, d'où l'expression de "jeunes-vieux" donnée par NOZERAN (1986). Il y a ensuite une perte progressive de cette potentialité, qui ne réapparaîtra qu'ensuite au niveau de l'adulte (BANCILHON 1969 ; CHAMPAGNAT 1969 , 87 ; CHOUARD 1951 ; CORNER 1964 ; NOZERAN 1986 ; NOZERAN et coll. 1982 ; SCARRONE 1969 ; TAKHTAJAN 1969).

Or cette existence de potentialités florifères en début et en fin de croissance du végétal, recoupe bien la présence des deux "phases foliarisées" que je mets en évidence par cette approche structurale :

- Au niveau de la plantule, la floraison est potentielle et se manifeste dans les cas de néoténie.
- Au niveau des ramifications, la floraison est effective.

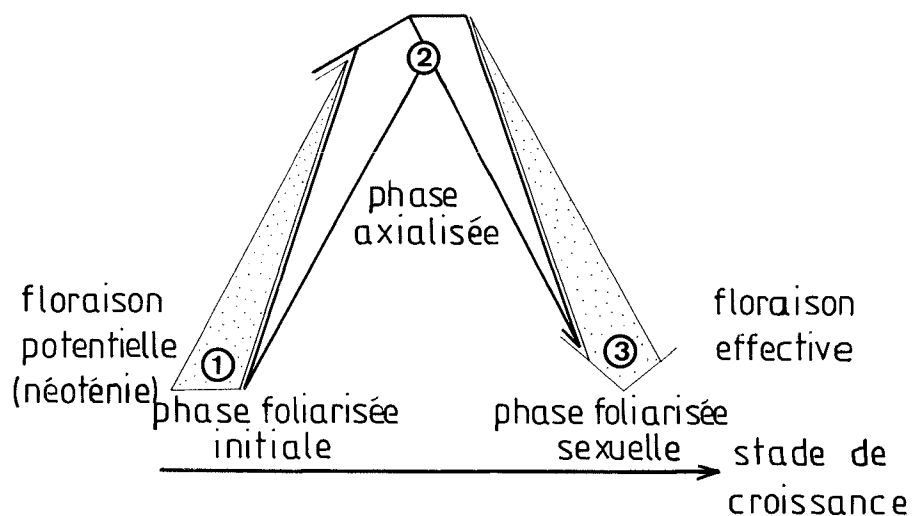
On peut donc concevoir l'existence d'un seuil de floraison directement lié à la présence de dynamiques concurrentes ou plus exactement se relayant au cours de la vie du végétal.

Sur un plan graphique, ma proposition est la suivante :

Je considérerai les deux types mis en évidence par la typologie des "graphes signatures".

● Pour les espèces du "premier type", la figure 180 peut être complétée ainsi :

FIGURE 181
Dynamiques d'axialisation et de foliarisation
Place de la néoténie



La floraison est normalement déclenchée au delà d'un certain seuil de foliarisation entre ② et ③. Cela semble être le cas général chez les végétaux ligneux où la floraison est normalement associée à la ramification-foliarisation.

Elle n'est possible qu'en deçà d'un certain seuil d'axialisation entre ① et ②.

ex : formes néoténiques chez les végétaux ligneux.

Pour ce groupe d'espèces les "phases foliarisées" apparaissent liées à deux étapes morphogénétiques précises :

- La "phase foliarisée initiale" annonce la mise en place des axes de charpente du modèle.
- La "phase foliarisée sexuelle" est contemporaine du développement de la sexualité.

● Pour les espèces du second type, il n'y a pas de dynamique d'axialisation. La floraison est donc possible à tout moment du cycle végétatif, dès que l'apport trophique indispensable à la floraison et à la fructification est assuré (probablement par le développement d'une surface foliaire minimale). Nous avons là semble-t-il une caractéristique des végétaux herbacés (1). Miconia ciliata et Ricinus communis sont en effet les deux espèces les "plus herbacées" parmi celles étudiées dans ce mémoire.

Pour ces deux espèces les "phases foliarisées" accompagnent l'apparition précoce des organes sexuels.

Cette interprétation de la floraison s'intègre à l'idée fondamentale de mouvement morphogénétique. Elle résulte en effet directement de la conception dynamique de la croissance qui chez les ligneux fait alterner la dynamique d'axialisation puis la dynamique de foliarisation et chez les herbacées réduit considérablement la première pour ne laisser place qu'à un système axial plus ou moins développé mais nettement foliarisé.

Cette conception suppose par ailleurs l'existence d'un lien fondamental reliant l'évolution quantitative (dont l'équilibre

 (1) Cette absence d'axialisation peut à l'extrême conduire à l'existence d'un unique "ensemble assimilateur" surmonté d'une inflorescence (ex: plantago major). Ce processus de paupérisation ou d'appauvrissement du système végétatif chez les herbes a été étudié par JEANNODA-ROBINSON (1977).

axialisation-foliarisation n'est qu'un aspect) et le saut qualitatif vers la sexualité.

Mais il semble important de noter ici que la vision d'un seuil lié à la dynamique propre de chaque plante implique qu'il soit spécifique à l'individu étudié (Il est alors fonction de son potentiel génétique, de l'écophysiologie etc...)

On peut alors se poser la question de l'utilité de chercher des valeurs-seuils (morphologiques, physiologiques etc...) qui soient communes à tous les individus d'une même espèce.

En somme c'est en fonction de son histoire passée mais aussi de son devenir potentiel que la plante fleurit.

Enfin si l'objet de cette étude était de mieux cerner l'évolution quantitative conduisant finalement à l'irruption de la sexualité, il nous faut remarquer que l'hypothèse qui permet de définir une "zone morphogénétique de la sexualité" (correspondant à la "phase adulte" de la littérature) permet aussi de prévoir l'existence d'une "zone morphogénétique végétative" (correspondant à la "phase juvénile" de la littérature), où la floraison ne peut pas se produire. Il faut donc considérer que la relation établie plus haut entre la foliarisation et la sexualité a pour corollaire la relation complémentaire axialisation-absence de sexualité.

C'est ainsi que CHAMPAGNAT (1969) a pu écrire à propos du stade de "maturité de floraison" : "Il est bon de noter que cette notion si importante résulte de la constatation empirique qu'avant tel âge, telle stature, tous les facteurs connus sont impuissants à faire fleurir la plante".

Si nous considérons à titre d'exemple les cas de quelques espèces dont l'architecture est conforme au modèle de LEEUWENBERG, l'existence d'une "zone morphogénétique végétative" permet d'interpréter l'absence d'organes sexuels sur les premières fourches d'Alstonia vieillardii ou d'Alstonia plumosa (observations personnelles) ou les inflorescences abortives sur celles de Manihot esculenta (MEDARD 1972) et de Solanum rugosum.

Le cadre d'interprétation de la floraison qui vient d'être proposé est basé sur un certain nombre de notions : dynamiques d'axialisation et de foliarisation, seuil de floraison... Il est nécessaire de les intégrer dans l'ensemble plus large de nos connaissances actuelles en matière de floraison.

II - 2 - 3 - Considérations sur la transition vers la floraison

II - 2 - 3 - 1 - Données apportées par l'étude structurale

L'évolution des paramètres de structure au cours de l'évolution ontogénique du végétal a permis d'établir une corrélation étroite entre la transition vers la floraison et l'évolution vers la foliarisation des axes.

Cette évolution graduelle marquant la transition vers la sexualisation des points végétatifs est marquée par le franchissement irréversible de deux seuils.

- Le premier est qualitatif : l'axe est ou n'est pas florifère.

Ce seuil manifeste la discontinuité existant entre les développements végétatif et floral.

-Le second est quantitatif.

D'une part les inflorescences tendent à envahir tous les axes au fur et à mesure qu'ils se ramifient.

D'autre part, la taille de l'inflorescence varie en fonction du type d'axe dont elle est issue. Ainsi que le montrent les données obtenues sur R. communis, plus la taille de l'axe porteur est importante, plus celle de l'inflorescence le sera également.

Des observations non chiffrées effectuées sur d'autres espèces (A. vieillardii, A. plumosa, A. coriacea, M. ciliata, S. rugosum) me font considérer cette corrélation comme très générale (1).

Les différents degrés que peut prendre cette transition végétation-floraison peuvent être illustrés par des observations réalisées sur Alstonia vieillardii et une autre espèce néo-calédonienne Alstonia plumosa. Ces deux espèces ont une croissance comparable. Ainsi que nous l'avons vu un axe non florifère est relayé par quatre ramifications végétatives.

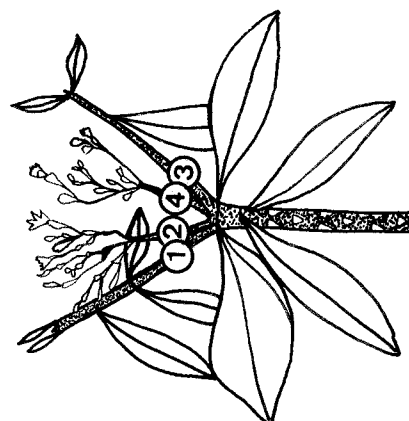
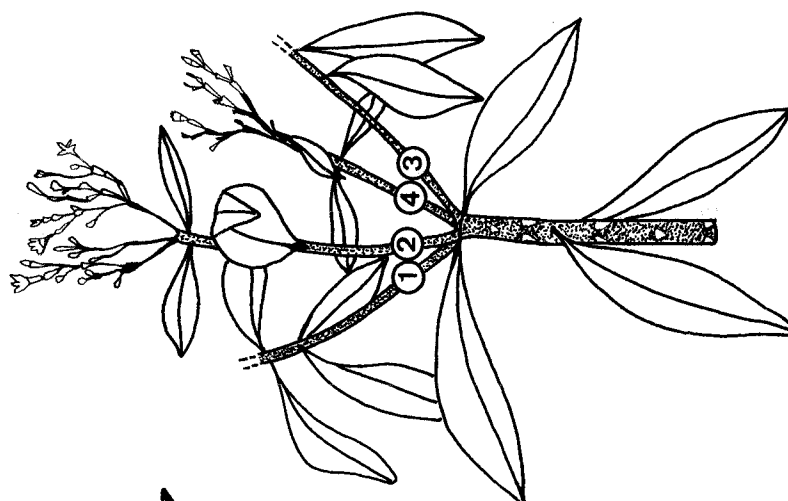
Un axe florifère donne quant à lui deux relais végétatifs, et deux ou trois axes inflorescentiels que l'on appellera "inflorescences simples " (cymes di- ou trichasiales longuement pédonculées).

(1) Il s'agit de la taille d'inflorescences développées. Chez le manioc, il y aurait lieu de ne considérer que les inflorescences non abortives et donc rejeter celles des fourches 1 et 2 (MEDARD 1972).

-Alstonia vieillardii var.vieillardii-

Evolution de la ramification:

existence de formes de transition entre les relais
végétatifs et les "inflorescences simples"



En "zone végétative":

quatre relais végétatifs(1,2,3,4)

Forme de transition:

deux relais végétatifs(1 et 3)

associés à deux ou trois

"inflorescences mixtes"(2 et 4)

En "zone florifère"

deux relais végétatifs(1 et 3)

associés à deux ou trois

"inflorescences simples"(2 et 4)

Mais il a été observé à plusieurs reprises des systèmes de relais intermédiaires où les axes inflorescentiels, associés aux deux relais végétatifs, portaient avant l'inflorescence proprement dite deux ou trois niveaux de feuilles adultes de taille réduite. Ces axes inflorescentiels semblent être alors des formes de transition qui sont au départ végétatives puis évoluent en inflorescence cymeuse. On parlera d'"inflorescences mixtes" (1).

Ces systèmes de relais de transition ont été observés sur des axes d'ordre 3, 4 ou 5. C'est-à-dire au niveau de l'apparition de la sexualité (Figure 182).

Par ailleurs le caractère irréversible de ce processus est marqué par le fait que quand un axe, ou une portion d'axe fleurit, tous ceux qui en sont issus par ramification, ou lui-même s'il continue sa croissance, fleurissent également.

Enfin il semble important de souligner que les observations réalisées sur les espèces considérées dans ce mémoire, comme sur nombre d'autres, montrent que les organes sexuels peuvent être portés par des axes de longueur, de diamètre ou de nombre d'entre-nœuds très variable à l'intérieur d'un même individu.

Ces observations ne sont pas nouvelles et demandent à être enrichies par celles que l'on trouve par ailleurs dans la littérature.

 (1) Les termes "inflorescence simple" et "inflorescence mixte" sont appliqués par COSTES (1988) aux panicules de Litchi chinensis Sonn., où le même phénomène est observé.

II - 2 - 3 - 2 - Apports des travaux antérieurs et discussion

Il est courant de concevoir le passage du végétatif ou floral en terme d'antagonisme. C'est ainsi qu'en parlent différents auteurs parmi lesquels BORCHERT 1976 a et b, 83 ; COSTES 1983 ; HARPER 1977, HELLER 1978 ; KOZLOWSKI 1971 ; KOZLOWSKI, KELLER 1966 ; SABATIER 1983.

Il est de fait évident que l'appareil végétatif est typiquement caractérisé par des axes de grande taille et à forte dynamique de croissance, tandis que l'appareil reproducteur est en général annoncé par une diminution de la croissance végétative.

C'est par exemple ce qu'avait montré BLACKMAN dès 1919 sur Helianthus, Cannabis et Nicotiana en notant une diminution brusque de la production de matériel végétal par les méristèmes dès l'apparition de la floraison.

Un autre exemple qu'il convient de citer ici est celui de l'existence chez de nombreuses espèces (dont le pommier et le poirier) d'auxiblastes (pousses longues et à croissance importante) et de brachyblastes (pousses courtes, à croissance faible).

Aux premiers incombe l'exploration du milieu. Quant aux seconds, ils sont les "sites privilégiés de floraison" (BORCHERT 1976 a ; CRABBE 1987 ; EDELIN 1977 ; THIEBAUT et coll. 1981).

Parmi les espèces étudiées ici, A. vieillardii var. vieillardii et S. rugosum apportent également une illustration claire de ce phénomène:

- Un axe végétatif donne par ramification quatre relais végétatifs à longs hypopodiums.

- Un axe florifère, à moindre développement végétatif, ne donne que deux relais végétatifs associés aux axes inflorescentiels (au nombre de deux ou trois).

Ce simple fait d'observation est en réalité classique pour les espèces se développant de façon modulaire (modèles de LEEUWENBERG et de KORIBA notamment).

Mais d'autres auteurs ont également noté cette transition progressive entre les deux systèmes.

Ainsi BANCILHON (1969) travaillant sur Phyllanthus parle de "gradient dans les processus floraux".

CHAMPAGNAT (1974) note un gradient de floraison sur des cultures "in vitro" de segments isolés de hampe florale de Tabac (voir aussi AGHION 1963).

CHOUARD (1962) sur le Tabac également, a effectué des cultures "in vitro" de segments de tiges pris à différents niveaux, depuis la base jusqu'au sommet de l'inflorescence. Il constate l'existence d'un "gradient de propension à fleurir possédé par les tissus internes".

BARTHELEMY (1988) montre particulièrement bien que ce "gradient de floraison" ne doit se comprendre que dans le cadre plus vaste du "gradient de différenciation" qui caractérise l'évolution ontogénique du végétal dès les premiers stades de croissance.

La conception d'une évolution progressive du système végétatif vers le système génératif ne contredit pas celle d'un antagonisme, ou plus justement d'une discontinuité entre les deux systèmes. En effet il

apparaît, selon l'étude structurale, que ces deux "moments morphogénétiques", opposés quant à leur capacité de développement végétatif, ne sont que deux termes d'un même continuum : Celui de l'évolution progressive et cyclique de la surface foliaire, de la longueur et de la surface de la section de l'entre-noeud et de façon plus générale de la taille et du degré d'axialisation des niveaux foliaires. Ce continuum, nous l'avons vu, peut être résumé par la succession des dynamiques d'axialisation et de foliarisation chez les ligneux.

C'est d'ailleurs ainsi que BUIS (1987) conçoit l'existence d'un "continuum ontogénique" dans lequel le floral n'est pas l'alternative du végétatif (WAREING 1978).

Il est par ailleurs admis que la floraison n'apparaît et ne se maintient que si le végétal a atteint un certain stade de développement végétatif, appelé "maturité de floraison", (voir 1ère PARTIE III).

Cette notion fondamentale de degré de maturité nécessaire à la floraison induit bien l'existence d'un seuil que franchit la plante au cours de son évolution (voir ci-dessus II-2-2).

Plusieurs travaux ont cherché à estimer ce seuil. Ainsi HARDWICK (1986) sur le pois ; GOOTLIEB (1986) sur la tomate ; ROBINSON, WAREING (1969) ; WHITE J. (1979) ont relié la mise à fleur à un certain nombre de divisions mitotiques ou de noeuds formés (voir aussi BARTHELEMY 1988). De même selon CRABBE (1987), la mise à fleur, chez le pommier, requiert que le méristème ait pu accomplir une vingtaine de plastochrones.

Faut-il dès lors opposer la remarque faite plus haut sur la grande variabilité des paramètres végétatifs avant floraison (cf. II-2-3-1) et la

régularité dont font état les travaux exposés ci-dessus. Nous ne le pensons pas. Il semble en effet que la disparité des résultats peut être expliquée de deux façons essentiellement :

- En premier lieu, par l'hétérogénéité génétique des individus étudiés.
- En second lieu, par l'hétérogénéité morphogénétique entre les axes prélevés sur un même individu.

La variabilité des résultats met donc en évidence la nécessité de travailler sur la base d'une double homogénéité.

- Génétique : si on considère des individus différents. L'idéal serait de travailler sur un cultivar précis se développant dans des conditions optimales.

- Morphogénétique : en ne prenant en compte que des axes ayant la même place dans l'ontogenèse de la plante. Ainsi, selon BUIS (1987), cette variabilité "devrait être abordée dans le cadre de la dynamique du méristème générateur, c'est-à-dire de ses modifications accompagnant le cours de l'ontogenèse".

Ce seuil est par ailleurs irréversible (BORCHERT 1976 a et b, 83 ; CHOUARD 1962) dans les conditions normales de croissance et a conduit CHOUARD (1962) à considérer la floraison "comme un phénomène autocatalytique à travers la plante une fois qu'elle est installée".

NOZERAN et coll. (1971) utilisent les mots "état automaintenu", ou "autoentretenu" pour désigner le caractère acquis.

De même CHAMPAGNAT parle de "transmission autocatalytique du caractère acquis" (1969) ou de l'"acquisition d'un état automaintenu de la floraison" (1987).

Une fois ce seuil franchi, la fréquence des rameaux florifères augmente et la floraison va s'étendre progressivement à tout l'arbre (BORCHERT 1976 a et b). De façon plus précise BARTHELEMY (1986 a et b, 88), montre que la floraison apparaît à la "périphérie du végétal dans les parties les plus distales". Elle se répand ensuite progressivement en touchant les axes de plus en plus précocement. C'est "l'envahissement par la floraison". Cette précocité de la floraison va donc conduire à une réduction progressive elle aussi, du système végétatif sous-jacent. Il apparaît toutefois que "cet envahissement par la floraison aboutit à une structure stable des axes que nous appelons module minimum" (BARTHELEMY 1986 a, 88 ; cette expression trouve son origine dans l'étude de plantes modulaires). Celui-ci correspond à la structure végétative minimale en deçà de laquelle la floraison n'apparaît plus (2 entre-nœuds chez *Piper* cf. *hispidum* ; 6 à 13 entre-nœuds chez *Isertia coccinea*, selon cet auteur).

L'absence de sexualité sur des systèmes ramifiés extrêmement miniaturisés et inférieurs au module minimum, s'accorde probablement avec les phases "subsenile" et "senile", stériles, que décrivent GATSUK et coll. (1980 ; cf. 1ère PARTIE III).

Ces considérations rejoignent celles de WAREING (1959). En effet ainsi que nous l'avons vu au début de ce mémoire (1ère PARTIE III), cet auteur considérait déjà cette réduction générale des dimensions (ageing) comme étant un fait notable de l'évolution du végétal au cours de son ontogenèse.

A ce premier phénomène WAREING en associait un second : celui de la transition de l'état juvénile à l'état adulte (maturation) marqué par l'apparition de la floraison.

Toutefois il ne me semble pas nécessaire, comme le fait cet auteur, d'associer à cette réduction croissante du système végétatif une baisse concomitante de la vigueur (loss of vigour). Cette notion de vigueur reste en effet trop vague et subjective pour que nous puissions l'exprimer sous forme d'un paramètre synthétique. Les différentes variables que nous pourrions considérer comme constituant un syndrome possible de la vigueur (cf. 1ère PARTIE III : plastochrone rapide, entre-noeuds longs, vitesse de croissance élevée etc...) sont en effet d'amplitude et d'unité différentes et n'ont probablement pas la même importance relative. Il m'apparaît par contre intéressant de noter que l'évolution vers la floraison se fait dans le même temps que la foliarisation progressive des axes périphériques, parallèlement à la réduction de leur taille.

Différents auteurs ont par ailleurs cherché à situer les différents niveaux auxquels se plaçait le déterminisme de la floraison.

Celui-ci a nécessairement de multiples composantes suivant le niveau d'intégration auquel on se situe (méristème, branche, appareil aérien, plante entière).

Ainsi CHAMPAGNAT (1986) souligne que si la floraison peut dépendre de signaux externes tels que la photopériode ou la thermopériode, elle est liée à des signaux internes provenant des feuilles et des racines.

Ceci rejoint l'observation des forestiers et des agronomes selon lesquels un déficit nutritionnel grave entraîne assez vite la mise à fleur d'un arbre entier (KOZLOWSKI 1971 , CHAPERON 1979).

Tout récemment BARTHELEMY 1988 décrivant "l'envahissement par la floraison" montre que celui-ci s'intègre de façon précise dans l'évolution morphogénétique du végétal et qu'il est sous la dépendance de deux facteurs essentiels, "l'influence du rang ontogénique d'un organe" et/ou "l'influence de son ordre de ramification" (ces deux facteurs peuvent agir ensemble ou séparément).

Mais à ce déterminisme interne général se greffe un déterminisme local.

HUET (1972) étudiant l'influence des feuilles et des fruits sur l'induction florale des brachyblastes du poirier conclue à l'autonomie de ces brachyblastes.

BORCHERT (1983) souligne le fait que l'orientation du développement d'un rameau au sein de la couronne d'un arbre dépend étroitement d'équilibres internes à ce rameau.

BORY (1986), considère que chaque branche supplée à ses propres besoins énergétiques nécessaire à son développement, la maturation de ses fruits etc...

CRABBE (1987) parle à ce sujet d'une répartition spatiale des différentes potentialités de développement des méristèmes caulinaires (voir aussi BUIS 1987).

L'étude réalisée dans ce mémoire montre que la relation foliarisation-floraison intègre ces deux aspects général et local, du déterminisme de la floraison.

En effet sur le plan global celui-ci est bien lié à l'évolution de la plante entière et plus particulièrement à la transition de la dynamique d'axialisation vers la dynamique de foliarisation chez les ligneux, ou à l'absence de toute axialisation chez les plantes herbacées.

Sur le plan local, il est étroitement corrélé au degré de foliarisation de l'axe. L'apparition de la sexualité ne sera effective que si une valeur-seuil est franchie au cours de l'évolution de l'indice d'axialisation.

CONCLUSION GENERALE

Il est d'usage, quand nous décrivons l'évolution d'une plante de considérer parallèlement sa croissance et son développement.

On associe de ce fait une évolution quantitative de paramètres morphologiques, anatomiques ou de corps chimiques précis (substances de réserve, hormones etc...), à une évolution qualitative, marquée par l'apparition et/ou la disparition de qualités nouvelles (orthotropie, plagiotropie, floraison...).

Notre connaissance actuelle de la morphogenèse végétale ne nous permet toutefois pas encore de proposer une interprétation globale satisfaisante incluant ces deux notions de croissance et de développement.

La complexité des réseaux de corrélation pressenti par les morphologistes comme par les physiologistes, interdit toute proposition de causalité simple entre les différents phénomènes observés.

Nous sommes donc conduits à établir des parallèles, les plus précis possibles entre des étapes significatives de la croissance et des phases caractéristiques du développement.

C'est à ce travail de recherche de corrélations que ce mémoire est consacré à travers l'étude de onze espèces arborescentes ou buissonnantes par le biais d'une quantification de quelques paramètres de structure.

Deux axes de recherche ont ainsi été définis en début de cette étude :

- La description de l'évolution quantitative de la structure primaire du végétal au cours de sa croissance.

- La mise en évidence d'une corrélation éventuelle avec certaines phases de l'évolution qualitative du végétal, notamment avec un phénomène fondamental du développement : la floraison.

Sur le plan de la méthode de travail il faut souligner que l'approche structurale telle qu'elle a été menée ici procède davantage d'une approche fonctionnelle que d'une approche ontogénique. Elle s'avère donc être indépendante de l'étude architecturale proprement dite. Plus précisément elle met en évidence l'évolution structurale commune aux différents modèles étudiés.

Les conclusions générales qui ont pu être dégagées sont les suivantes :

- * La quantification des paramètres de structure montre une variation cyclique du végétal au cours de son évolution. On observe ainsi dans le cas général des valeurs de taille des axes minimales en début et en fin de croissance, à la faveur de la ramification. Ceci est la vérification quantitative d'un fait d'observation connu, et confirme les "lois de CORNER" (1ère PARTIE IV).

- * Les mesures de vitesse de croissance, estimée par la vitesse d'allongement axiale, montrent une évolution de même type.

- * Il est donc possible de suivre le mouvement morphogénétique propre de la plante par le biais d'une étude quantitative.

Une lecture graphique de la croissance peut ainsi être proposée.

* Toutefois il est mis en évidence que si cette évolution de taille des axes est relativement constante quelle que soit l'espèce, le degré d'axialisation (Δ) de ces mêmes axes ne varie pas de la même façon suivant les espèces.

Deux groupes d'espèces sont ainsi distingués :

- Un premier groupe d'espèces pour lesquelles la taille est corrélée positivement avec le degré d'axialisation. Nous avons là semble-t-il les ligneux typiques.

De façon plus précise deux phases ont été décrites chez ces végétaux :

. Dans une première phase on note une prépondérance croissante de l'axe par rapport à la surface assimilatrice.

. Dans une seconde phase on note une prépondérance croissante des feuilles par rapport à l'axe.

Une étude anatomique serait probablement fort utile pour vérifier cette observation morphologique.

Il apparaît donc que dans l'accomplissement du cycle morphogénétique du végétal ligneux deux dynamiques concurrentes se succèdent :

. Dans un premier temps c'est la dynamique d'axialisation qui domine.

. Dans un second temps c'est la dynamique de foliarisation qui prend le relais.

- Un second groupe d'espèces pour lesquelles le degré d'axialisation ne varie pas. Il n'y a donc pas de dynamique d'axialisation. Il s'agit de deux espèces semi-herbacées, à floraison précoce.

L'étude de l'évolution de Δ en fonction de l'espèce permet donc d'appréhender plus finement l'évolution quantitative du végétal au cours de sa croissance primaire.

On remarque ainsi que la variation de taille des rameaux, observée "de visu" sur le terrain, n'est qu'un aspect de l'évolution quantitative couramment notée. La trajectoire cyclique dessinée par le "graphe signature" pour chaque espèce en constitue une illustration possible.

Ces différents résultats plaident donc en faveur de l'opportunité d'une telle approche structurale quantitative.

Nous n'en sommes plus fort heureusement à l'idée que la qualité de la "vraie science" puisse se mesurer à son degré de mathématisation ! Cette approche peut donc être envisagée comme un complément de l'approche morphologique architecturale classique.

En effet elle intègre non seulement l'aspect statique du végétal, par la description de phases précises de la croissance, mais aussi son aspect dynamique, par la description de l'enchaînement continu entre ces phases.

Qu'en est-il à présent de la relation entre cet enchaînement quantitatif et l'évolution qualitative qui mène notamment à la sexualisation des méristèmes ?

On remarque tout d'abord que l'évolution cyclique de type quantitatif semble correspondre assez précisément à l'évolution qualitative exposée dans le concept de mouvement morphogénétique.

On peut donc concevoir qu'au delà d'une simple mise en parallèle, des liens plus précis doivent être recherchés entre ces évolutions quantitatives et qualitatives contemporaines.

J'ai donc été conduit à faire l'hypothèse suivante : si ainsi que cela est connu par ailleurs la taille de l'inflorescence est bien corrélée avec celle de l'axe porteur, il semble que la sexualisation du méristème soit liée quant à elle à un degré précis d'évolution de l'indice d'axialisation de cet axe porteur :

- De façon plus précise l'étude menée ici conduit à penser que la floraison semble nettement liée, chez le végétal ligneux, à une absence d'axialisation ou a fortiori à une foliarisation de l'axe.

- Selon cette même hypothèse, l'absence de toute dynamique d'axialisation chez les deux espèces semi-herbacées étudiées ici conduit à la formation d'un ensemble d'axes foliarisés sur lesquels la sexualité peut apparaître précocement.

Il m'apparaît donc important de concevoir le "seuil de floraison", trouvé dans la littérature (correspondant à l'acquisition par la plante de la "maturité de floraison") dans le cadre de l'équilibre entre les deux dynamiques d'axialisation et de foliarisation.

Ce n'est certes pas à partir de l'étude biométrique de onze espèces que l'on peut tirer une conclusion générale sur la possibilité de considérer l'évolution de certains paramètres structuraux comme "marqueurs" de la floraison.

Il apparaît toutefois que l'hypothèse proposée ici offre un cadre d'interprétation suffisamment large pour qu'il soit possible de l'affiner progressivement au cours de recherches ultérieures.

Mais ainsi que je pense l'avoir montré dans ce mémoire l'analyse quantitative ne doit pas se contenter d'un rôle purement descriptif, elle doit s'efforcer de proposer une vision interprétative de la réalité mesurée.

Il est par ailleurs certain que toute approche quantitative ne peut apporter des éléments nouveaux que dans la mesure où elle repose sur une étude morphologique précise.

Cette étude a été réalisée sur les structures arborescentes ou semi-herbacées ramifiées. Elle en a dégagé des lois d'évolution globales.

Mais la méthode d'échantillonnage adoptée dans ce travail a volontairement négligé certaines zones de discontinuités. Par exemple les hypopodiums situés à la base des ramifications sylleptiques n'ont pas été considérés. Or ces discontinuités sont autant de renouvellements morphogénétiques "partiels mais réguliers" ou de sauts en avant (NOZERAN et coll. 1982) qui s'intègrent dans l'évolution globale du végétal de sa naissance à sa mort.

Il y aurait donc lieu d'étudier plus précisément ces discontinuités morphologiques et de les intégrer dans cette courbe d'évolution de la plante.

Ainsi que se passe-t-il à l'intérieur d'une unité de croissance, au niveau d'un axe qui va se ramifier, d'un axe porteur d'organes sexuels ou au niveau même d'une inflorescence ?

En somme un parallèle peut-il être établi entre le diagramme architectural d'un arbre et une analyse quantitative plus fine ?

D'autre part quelle est l'évolution des systèmes uniaxiaux au cours de leur croissance ? L'évolution de la taille observée sur le terrain est-elle là aussi corrélée et dans quelle mesure avec l'indice d'axialisation ?

Enfin l'hypothèse formulée ici d'un seuil de floraison reliée à la dynamique de foliarisation est-elle applicable à de telles structures uniaxiales ?

Tels me semblent être à présent les principaux thèmes de recherches ultérieures.

ANNEXES

ANNEXE 1

TECHNIQUES DE MESURE DE LA SURFACE FOLIAIRE

Différentes techniques sont utilisées afin de déterminer la surface foliaire (face supérieure du limbe et du pétiole). Les quatre principales sont celles-ci :

1 - Utilisation de papier millimétré, sur lequel on reporte le contour de la feuille.

Il suffit ensuite de compter les carrés (25 cm², cm² ou mm²). On en déduit immédiatement la surface de la feuille.

commentaire : cette méthode est probablement la plus exacte mais elle est longue, fastidieuse et "consomme" de grandes quantités de papier millimétré. (Dans le cadre de ce travail, le "comptage des carrés" était difficilement concevable pour les quelques 3 000 surfaces que j'ai eu à évaluer !).

2 - Evaluation d'après une courbe reliant le poids d'un papier et sa surface.

Dans un premier temps on construit une courbe-étalon (régression linéaire) entre le poids d'un papier donné et sa surface.

Il suffit ensuite de prendre l'empreinte de la feuille sur ce papier. On découpe la forme obtenue et on la pèse. On obtient immédiatement la surface par report sur la courbe-étalon.

commentaire : On doit travailler toujours avec le même type de papier. Celui-ci doit être faiblement hygroscopique (condition importante en milieu équatorial ou tropical humide). Cette technique demande par ailleurs une balance de précision (le 10^{ème} de gramme semble

raisonnable).

3 - Utilisation d'un photoplanimètre. Cet appareil équipé de cellules photoélectriques permet, par application de la feuille sur l'appareil, une évaluation relativement précise de la surface foliaire (La précision de cette évaluation dépend en fait de la densité du réseau de cellules).

commentaire : Cette méthode très rapide est difficilement utilisable dans les conditions habituelles de travail de terrain.

4 - J'ai pour ma part utilisé une quatrième méthode qui permet de traiter sur le terrain un grand nombre de feuilles. Elle se décompose en deux étapes :

Dans un premier temps j'ai mesuré sur papier millimétré la surface réelle de 10 à 15 feuilles de tailles variables. Pour chacune de ces feuilles j'ai effectué le produit : longueur (L , pétiole inclus) x largeur (l , en sa plus grande largeur).

J'ai ensuite calculé les paramètres de la droite de régression joignant (L x l) et la surface réelle. La formule étant trouvée il suffit alors de calculer systématiquement le produit (L x l) des feuilles et d'en inférer la surface approximative. La formule utilisée est du type :
Surface réelle = a x (L x l) + b.

Remarques :

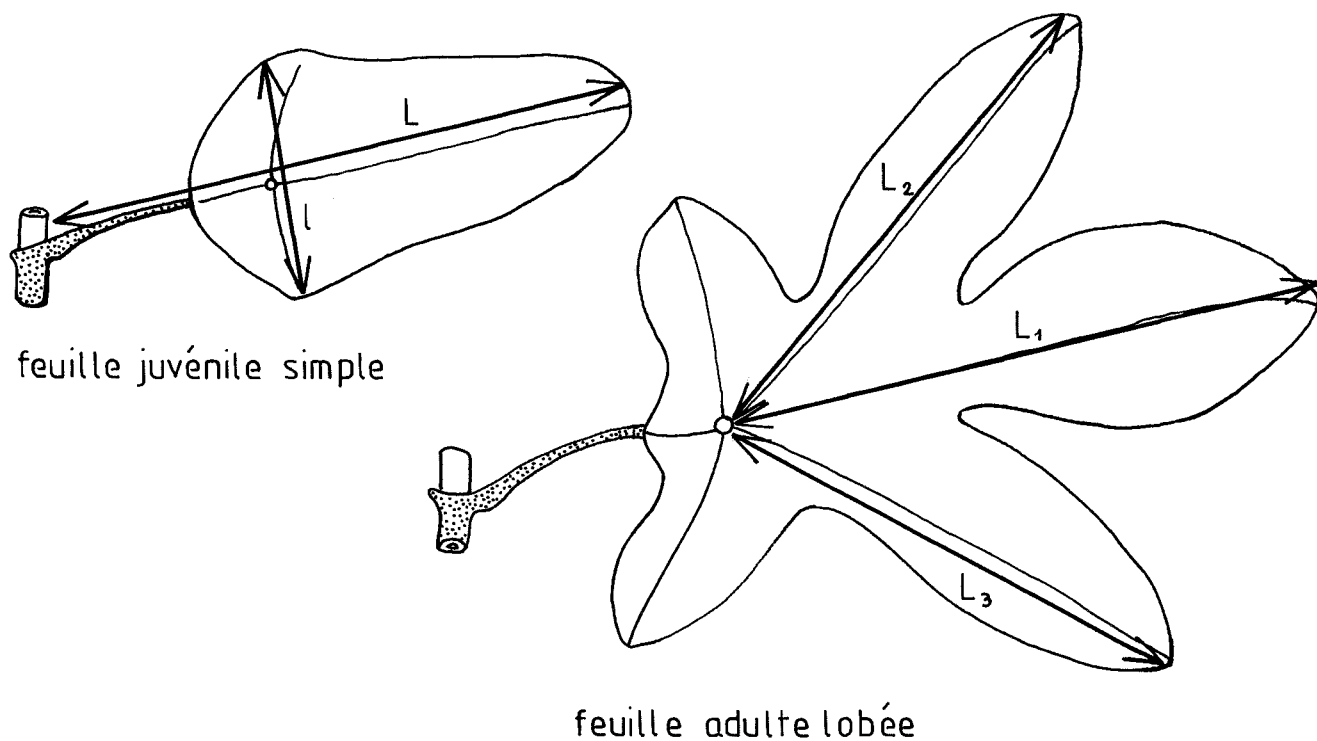
Suivant la nature de la feuille les mensurations retenues n'ont pas été les mêmes. Dans le cas d'une feuille simple : L et l sont apparus comme convenables.

Dans le cas d'une feuille composée, des calculs préliminaires

ont montré que la marge d'erreur était très grande. J'ai donc plutôt considéré la longueur de la nervure principale (jusqu'au point pétiolaire) : L_1 , et la moyenne des longueurs des deux nervures adjacentes : $L_{2,3}$. De la même façon j'ai alors relié ce produit ($L_1 \times L_{2,3}$) à la surface foliaire réelle.

Schéma explicatif

Mesures réalisées sur une feuille juvénile et une feuille adulte de
Cecropia obtusa



Par ailleurs selon les espèces, les formules de calcul utilisées ont soit été les mêmes quelle que soit la zone de prélèvement considérée, soit ont différé si les feuilles présentaient manifestement une forme variable entre la phase juvénile et la phase adulte.

Tableau des formules utilisées par espèce :

	feuille juvénile	feuille adulte
<u>A. vieillardii v.</u>	$SF = 0,473x(LxI)+4,209$	$SF = 0,596x(LxI)+3,996$
<u>C. obtusa</u>	$SF = 1,314x(LxI)^{1,017}$	$SF = 1,366x(L_1xL_{2,3})^{0,93}$
<u>C. arabica n.</u>	-----	$SF = 0,64x(LxI) - 1,7$
<u>I. spiciformis</u>	-----	$SF = 0,771x(LxI)^{0,94}$
<u>L. mespiloïdes</u>	-----	$SF = 0,683x(LxI)^{0,97}$
<u>M. alata</u>	-----	$SF = 0,719x(LxI)^{0,962}$
<u>M. ciliata</u>	-----	$SF = 0,794x(LxI)^{0,952}$
<u>P. guianensis g.</u>	-----	$SF = 0,614x(LxI)^{1,01}$
<u>R. communis</u>	-----	$SF = 1,285x(L_1xL_{2,3})^{0,98}$
<u>S. sericea</u>	-----	$SF = 0,512x(LxI)^{1,987}$
<u>S. rugosum</u>	-----	$SF = 0,623x(LxI)^{0,989}$

NOTE : Dans le cas général la régression de type puissance a semblé convenable, sauf pour C. arabica et A. vieillardii v. où la régression linéaire était meilleure.

Commentaire : Cette méthode est sans conteste la plus pratique sur le terrain car elle est rapide et nécessite peu de matériel.

Elle est probablement moins exacte que les 3 autres techniques mais convient, à mon sens, dans le cadre d'un traitement statistique des données.

Pour plus ample information sur ces techniques cf. BONZON 1964 ; CHUAH 1977 ; WILLIAMS 1954.

ANNEXE 2

TRAITEMENT DES DONNEES : TRAVAIL PREPARATOIRE ET UTILISATION DE LA METHODE D'ANALYSE DISCRIMINANTE

I - BUT

On recherche une technique statistique qui, pour une espèce donnée, permet d'évaluer l'évolution différentielle de SF et VE en fonction des zones d'échantillonnage.

II - METHODOLOGIE

La méthode de traitement des données adoptée ici, l'analyse discriminante, se rattache au grand groupe des analyses en composantes principales .

Sur un plan général, cette méthode consiste à choisir une direction et sa perpendiculaire, qui permet de discriminer le mieux possible les différents nuages de points (chacun d'eux correspondant à une zone d'échantillonnage).

Ce type d'analyse des données est en général réalisé mécaniquement. Mais dans le cas présent, le faible nombre de variables (deux, SF et VE) a permis d'effectuer ce traitement à la main. Ce faisant la méthode adoptée ici correspond au problème spécifique auquel j'ai eu à répondre (cf. ci-dessus, BUT). Ce traitement "sur mesure" présente l'avantage de rester toujours très proche des données originelles.

Les différentes étapes de ce travail sont maintenant détaillées dans l'ordre où elles ont été effectuées.

II - 1 - RECHERCHE DES INVARIANTS

Le fait de travailler sur des variables d'unités différentes (SF est un carré tandis que VE est un cube) risque d'entraîner a priori une distorsion d'autant plus grande que les valeurs prises par les variables sont élevées.

La première démarche a donc consisté à réduire à une même unité ces deux variables. On a donc pris la racine carrée de SF et la racine cubique de VE.

Ces deux nouvelles variables sont notées S et V respectivement (leur unité est le cm).

II - 2 - REPRESENTATION GRAPHIQUE

La démarche suivante a consisté à représenter graphiquement ces deux paramètres S et V en fonction des zones d'échantillonnage (un graphe par espèce).

Sur un graphe on identifie par un signe différent chacun des stades, toutes les unités feuille-entre-noeud d'une même zone ayant le même signe(1). On résume ensuite le graphe en représentant chaque zone par une "patate". Il y a dans certains cas des points isolés ou

(1) Les signes utilisés correspondent à la notation adoptée pour les zones d'échantillonnage. Pour Alstonia vieillardii cela aurait surchargé le graphique j'ai donc préféré repérer chaque niveau foliaire par un point.

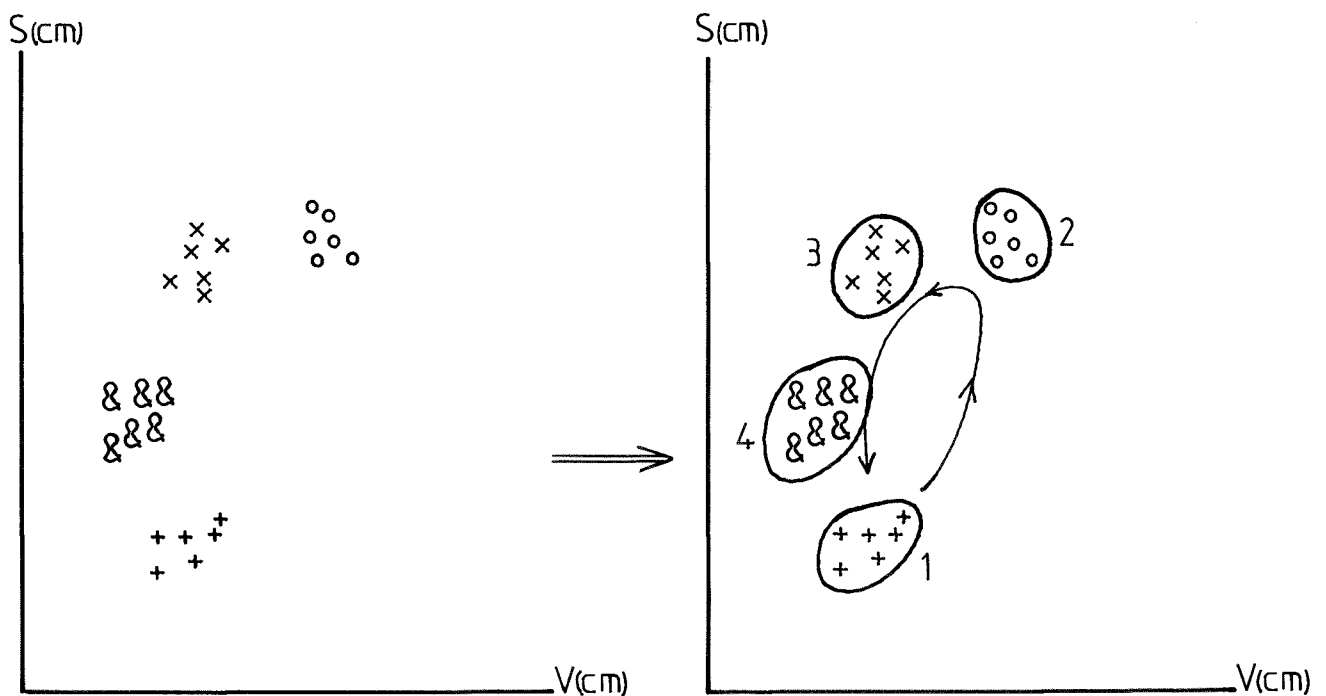
aberrants, on choisit alors de les ignorer dans le dessin de la patate. On n'a pas pour autant jugé utile d'écarter systématiquement un pourcentage donné (et arbitraire) de points.

On observe alors, pour chaque espèce deux propriétés importantes de ces graphes et qui en justifient l'utilisation.

1 - Les "patates" représentant les différentes zones (qui sont autant de moments singuliers de la croissance) sont bien différentes sinon disjointes.

2 - On peut, en reliant les "patates" dans l'ordre de succession de ces stades de croissance dessiner une boucle évolutive de la plante pour S et V (SF et VE).

FIGURE
Représentation graphique dans le système d'axes S-V
Dessin des "patates"



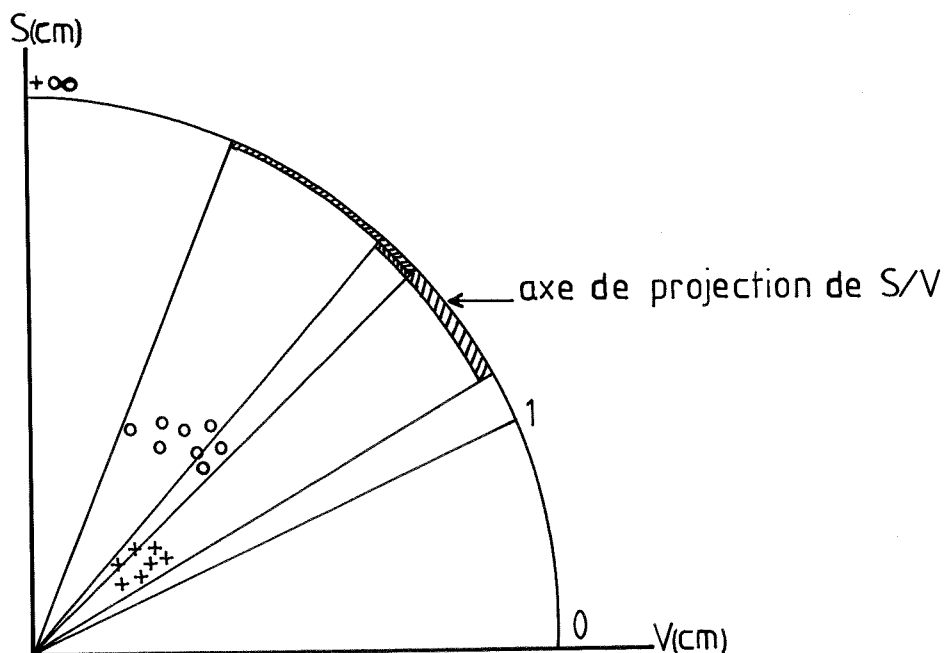
II - 3 - CHOIX DE LA METHODE DE DISCRIMINATION DES NUAGES DE POINTS

II - 3 - 1 - Préliminaire

L'utilisation du rapport S/V conçue a priori comme intéressante ne s'est finalement pas avérée la meilleure méthode pour distinguer les différents nuages de points.

En effet, effectuer le rapport S/V pour chaque point c'est en fait graphiquement, projeter ce point sur un quart de cercle très dissymétrique, joignant les axes V et S . De plus le fait même de réduire ces deux variables S et V , à une seule (S/V) fait perdre une certaine quantité d'information.

FIGURE
Représentation graphique du paramètre S/V



Note : La position exacte des unités sur ce quart de cercle, de 0 à ∞ , varie bien entendu selon les unités choisies pour S et V .

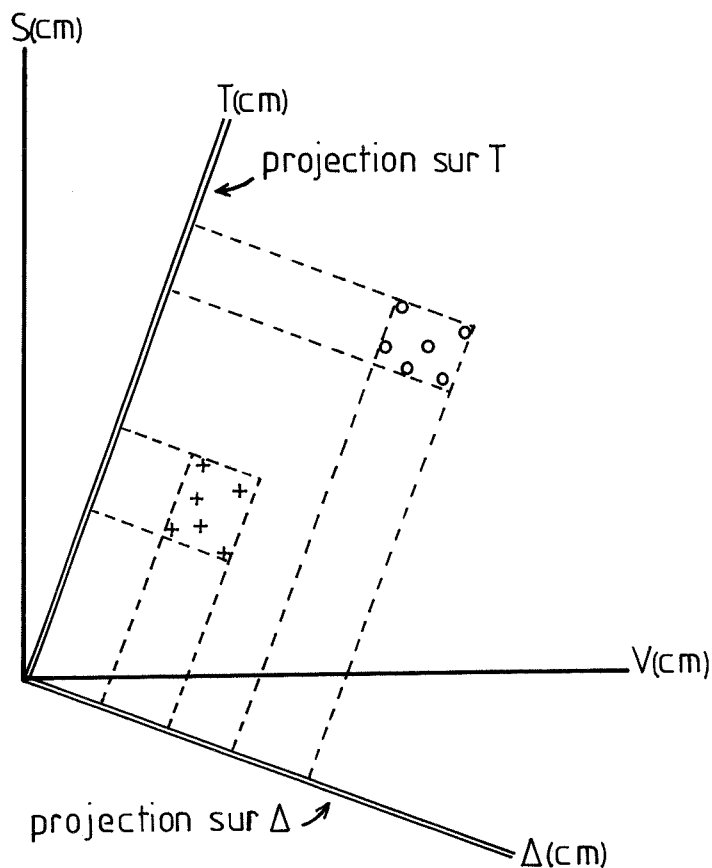
II - 3 - 2 - Description de la méthode d'analyse discriminante. Création de T et Δ

On a donc plutôt cherché à créer un système d'axes (ici orthogonaux) différents de S et V et optimisant de visu la discrimination recherchée entre les "patates".

Ces nouveaux systèmes d'axes sont différents pour chaque espèce mais bâtis selon le même principe.

Chaque point de coordonnée $\left(\begin{smallmatrix} V \\ S \end{smallmatrix} \right)$ dans l'ancien repère se voit dès lors attribuer de nouvelles coordonnées dans le système $\left(\begin{smallmatrix} \Delta \\ T \end{smallmatrix} \right)$.

FIGURE
Système d'axes S-V et nouveau repère T - Δ



Le fait de travailler sur des variables, V et S, de même Unité, permet d'accorder aux axes Δ et T, qui en sont des combinaisons linéaires, un sens précis :

- L'axe T a une équation du type $a.v+s$, avec $a>0$ et oppose les fortes valeurs aux faibles valeurs, que ce soit de V ou de S.

T considère donc l'évolution commune de S et V et correspond en fait à la taille. T est donc un indice de taille (son unité est le cm).

- L'axe Δ a alors pour équation $\frac{1}{a}.v-s$ et oppose les unités feuille-entre-noeud à "dominante foliaire" et ceux à "dominante axiale": plus Δ est élevé plus le rameau considéré a un axe développé relativement à la surface foliaire.

On parlera d'axialisation ou à l'inverse de foliarisation (1).

Δ est donc un indice d'axialisation (son unité est le cm).

(1) Le vocable foliarisation nous a semblé tout à fait adéquat pour désigner ce processus de prédominance relative croissante de la partie foliaire sur la partie axiale. Toutefois EMBERGER (1952, 60) étudiant l'origine phylogénétique de la feuille, décrit les deux phénomènes suivants. D'une part la "cladodification d'axes ou de groupes d'axes", conduisant à l'acquisition de la dorsiventralité. D'autre part la foliarisation qui désigne alors l'évolution par laquelle la vascularisation des axes devient bilatérale (voir aussi BANCILHON 1972).

Schématiquement on a donc :

$T \backslash \Delta$	FAIBLES VALEURS	FORTES VALEURS
FAIBLES VALEURS	axe feuillé de petite taille foliarisé ex : plantule	axe feuillé de petite taille axialisé ex : axe étiolé
FORTES VALEURS	axe feuillé de grande taille foliarisé ex : axe développé de grande taille chez <u>R. communis</u> et <u>M. ciliata</u>	axe feuillé de grande taille axialisé ex : axe "vigoureux"

II - 3 - 3 - Fonctions de répartition

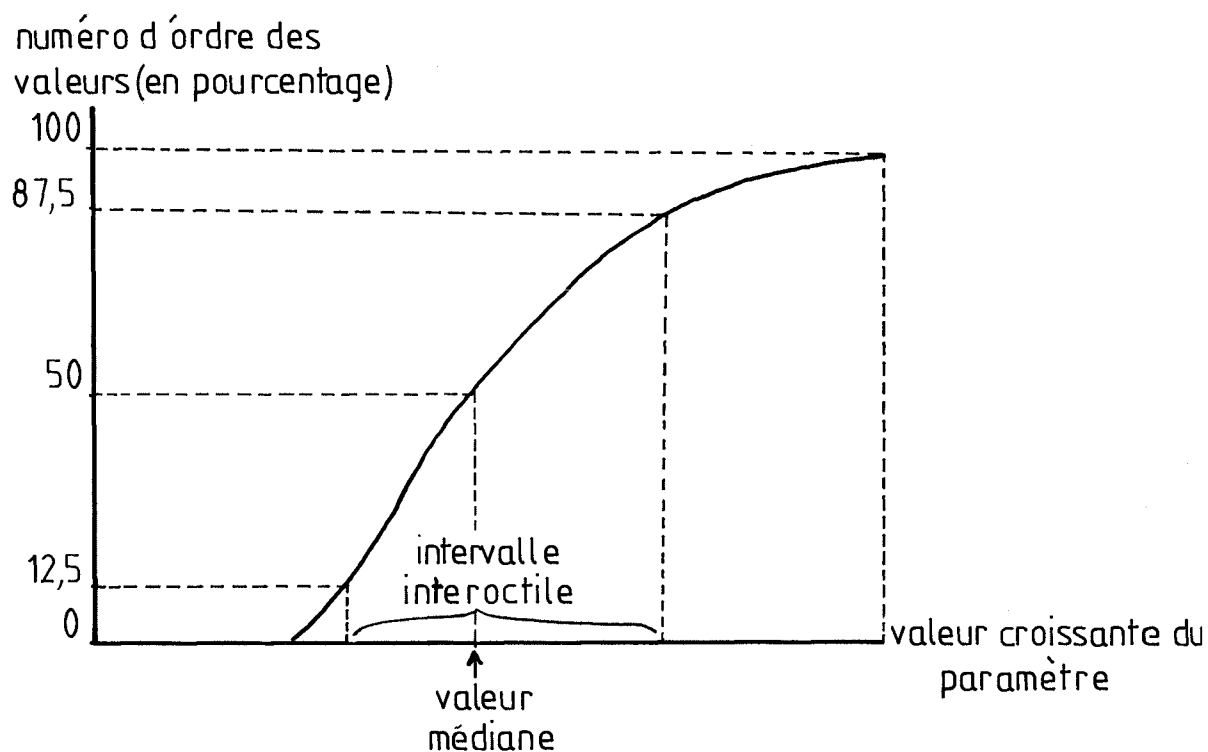
Pour analyser plus finement la répartition des points à l'intérieur de chaque nuage de points on a recours au tracé des fonctions de répartition.

Elles sont construites d'après la liste des valeurs disposées par ordre croissant et sont établies pour chaque paramètre (T et Δ). Elles permettent de se rendre compte de la variabilité du paramètre pour le stade considéré, mais aussi de comparer entre eux les différents stades.

On note ainsi, à partir des valeurs ordonnées, la valeur médiane, ainsi qu'un intervalle de variation autour de celle-ci.

J'ai estimé ici que l'intervalle interoctile (éliminant 12,5 % des valeurs les plus petites et 12,5 % des valeurs les plus élevées) donnait une bonne idée de la plage de variation du paramètre.

FIGURE
Fonction de répartition
médiane
intervalle interoctile



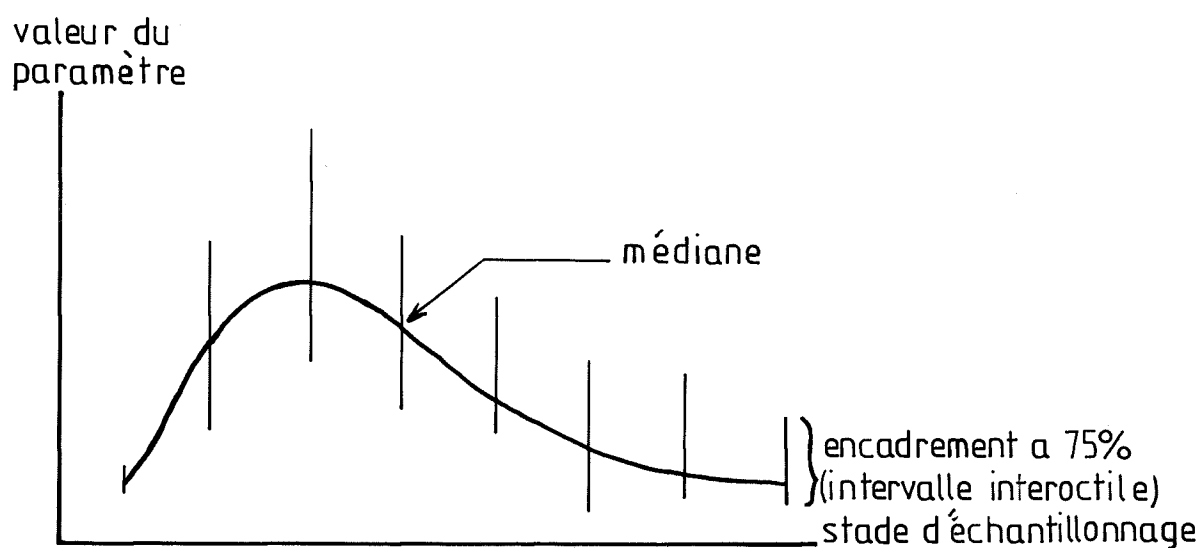
II - 3 - 4 - Tracé des courbes d'évolution du paramètre en fonction du stade

Ces médianes encadrées chacune par 75 % des points de la distribution totale, permettent alors de donner une courbe d'évolution du paramètre en fonction du stade d'échantillonnage.

Le tracé de ces courbes d'évolution a été fait pour T et Δ mais aussi pour les paramètres SF, SSE, et LE.

Pour ces trois dernières variables les courbes reflètent alors les observations relevées de visu sur le terrain.

FIGURE
Courbe d'évolution du paramètre étudié en fonction du stade



II - 3 - 5 - "Graphe signature" de l'espèce.

Ce travail a été fait pour T et Δ . Ce type de graphe permet une exploitation à deux dimensions (T et Δ considérés ensemble) de ce que l'on vient de faire composante par composante (T et Δ étudiés séparément).

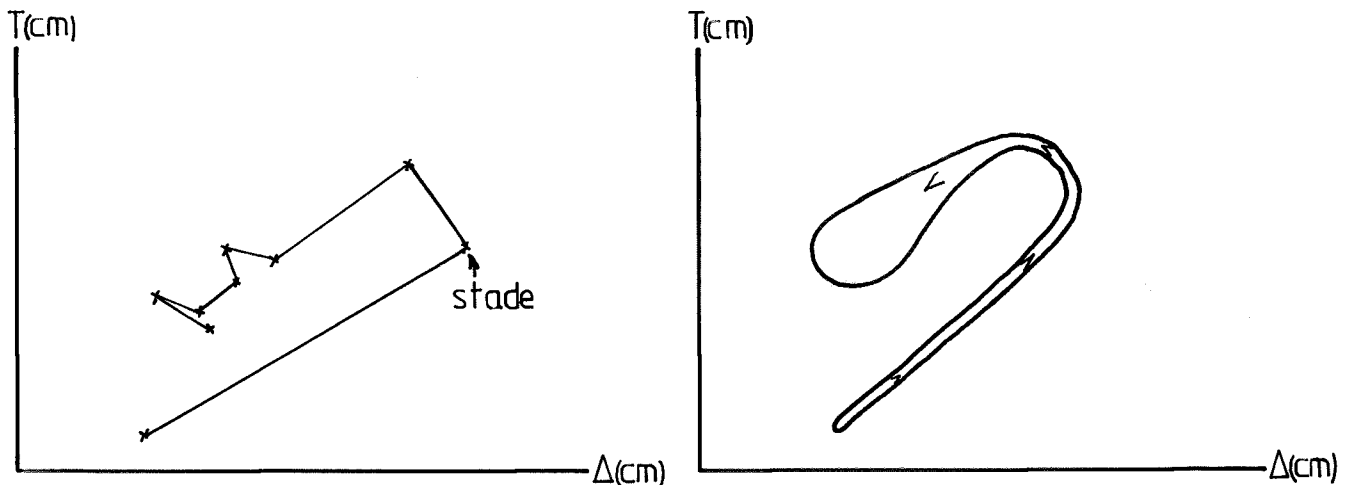
La courbe est obtenue en joignant les points médians de coordonnées $(\frac{\Delta}{T})$ pour chaque stade.

Deux types de représentation ont été adoptées :

- "Un "graphe en fil" joignant systématiquement les différents points médians. Il correspond fidèlement à l'échantillonnage.

- Un "graphe en ruban" qui traduit à mon avis mieux la réalité en gommant des variations dues à l'échantillonnage. (L'épaisseur du ruban dans les premiers stades de croissance est arbitraire).

FIGURE
"Graphe signature"
"Graphe en fil" - "Graphe en ruban"



II - 3 - 6 - Remarque

Un essai de normalisation des différents graphes d'espèce a été tenté en considérant non pas les valeurs absolues de T et Δ mais les rapports : $\frac{T \text{ (ou } \Delta \text{) au stade } x \text{ (i)}}{T \text{ (ou } \Delta \text{) au stade } l_j}$ (i), ie stade l_j étant pris comme référence.

Ce traitement supplémentaire était une tentative d'homogénéisation des graphes pour les différentes espèces, afin de mieux les comparer. Toutefois il est vite apparu que la moindre variation de valeur de ce stade l_j entraînait une forte variation du rapport (1) . Ceci a notamment été le cas pour les espèces Palicourea guianensis et Ricinus communis. Pour cette raison aucune interprétation biologique satisfaisante ne peut être portée.

D'autres essais ont été faits en choisissant différents stades de référence, mais aucun ne s'est avéré concluant.

A la réflexion il est donc apparu que ce travail de normalisation des résultats, visant à rendre comparables quantitativement ces graphes ontogéniques ne pouvait être mené plus loin.

Il a semblé plus juste finalement, de privilégier l'aspect qualitatif par rapport à l'aspect quantitatif; Ceci m'a amené à accorder une plus grande importance quant à l'interprétation, à la forme des graphes plutôt qu'à leurs variations quantitatives.

Le terme de "graphe signature" est adopté ici dans la mesure où il rend compte de l'évolution spécifique des deux composantes T et Δ pour une espèce donnée, dans un lieu donné (celui où l'étude est réalisée). La question reste posée de la constance d'un tel "graphe signature" dans toute l'aire de répartition de l'espèce.

ANNEXE 3

ESTIMATION DE LA VITESSE DE CROISSANCE DES AXES

1 - Réalisation des mesures :

La démarche adoptée a été la suivante :

Dans un premier temps j'ai sélectionné au moins trente axes situés à différentes étapes de la croissance du végétal.

Le marquage est réalisé par baguage du pétiole sur le niveau foliaire ayant atteint le plus récemment sa taille maximale.

La récolte ne s'effectue qu'après le plein développement d'au moins un ou deux niveaux foliaires supplémentaires.

Le temps d'attente varie de un à six mois, la vitesse de dégagement des entre-nœuds étant très variable suivant les espèces.

Sur les axes prélevés trois variables sont mesurées :

- Longueur totale d'élongation de l'axe (L) en cm.
- Volume correspondant (VT) en cm^3 .
- Surface foliaire totale produite par cette portion d'axe (SFT) en cm^2 .

A partir de ces données mesurées, quatre paramètres S, V puis T et Δ sont calculés. Leur mode de calcul est le même que celui exposé dans l'ANNEXE 2, mais ici, ils sont relatifs à une portion d'axe et non plus à des niveaux foliaires isolés.

Les résultats chiffrés sont exposés dans l'ANNEXE 5.

2 - Résultats graphiques

Deux corrélations sont testées pour chacune des espèces pour lesquelles ces mesures ont pu être réalisées : $L - \Delta$ et $L - T$.

Les nuages de points sont dessinés, les coefficients de corrélation linéaire et leur degré de signification ainsi que les paramètres des droites de régression sont fournis dans chaque cas. (L'aspect technique de ces calculs est détaillé dans SCHWARTZ 1963).

3 - Remarques

A titre indicatif la vitesse d'allongement des axes (en cm/semaine) est notée. Mais il est à remarquer que celle-ci ne fournit aucune indication sur l'existence ou non d'un rythme. Il est ainsi évident que si le dégagement des entre-noeuds se fait de façon continue pour Ricinus communis ou Solanum rugosum, cela n'est pas le cas pour Alstonia vieillardii var. vieillardii où l'unité de rythme est l'entre-noeud lui-même.

Il est finalement plus exact de considérer ces mesures d'élongation des axes comme étant des "résultats de la croissance" que celle-ci soit continue ou rythmique.

C'est pour cette raison qu'il m'a semblé préférable de ne pas uniformiser les résultats de vitesse de croissance entre les différentes espèces, au niveau des graphiques.

Par ailleurs le terme de "plastochrone" utilisé dans ce travail fait

référence à la définition de SCHMIDT 1924, qu'ERICKSON-MICHELINI 1957 énoncent ainsi : "In the shoot of a higher plant, leaves appear periodically, and the period between initiation of successive leaves has been termed a plastochron".

La mesure de ce plastochrone réel exige donc une méthode d'étude destructive par approche microscopique (CRABBE 1987 ; JEUNE 1984).

J'ai quant à moi cherché à apprécier le plastochrone apparent qui convient à une observation "in situ" et suivie du végétal.

Notons qu'il ne s'agit pas ici du "plastochrone moyen" (1) qui exige pour qu'on puisse lui accorder une signification biologique de travailler sur un matériel végétal homogène (même numéro d'ordre, même rang, même âge).

On remarquera enfin la grande variabilité du plastochrone sous l'effet conjugué de "facteurs externes" et de "l'état physiologique" (TORT 1987, le note pour différentes espèces).

Une dernière précision concerne la saison durant laquelle les mesures de vitesse de croissance ont été effectuées.

Pour les espèces étudiées en GUYANE FRANÇAISE, l'observation a été réalisée durant les mois de Janvier-Février 1986.

Il s'agit donc de la saison des pluies.

De FORESTA 1981 parle d'une moyenne des précipitations mensuelles de 20 cm. (moyenne établie sur 1977-78 - 79-80 sur la

(1) FISHER 1980 en donne la définition suivante "The average time between the expansion of successive leaves during the experimental period".

piste de St Elie).

Pour les espèces étudiées en NOUVELLE CALEDONIE, l'observation a été réalisée durant les mois de Juin à Novembre 1983 et 1985. Cette période correspond en gros à la petite saison des pluies (ATLAS ORSTOM 1981 ; VEILLON 1976). C'est par ailleurs une saison fraîche (une température minimale nocturne de 2,5°C a été observée à MARE en Août 1985).

ANNEXE 4

DONNEES RELATIVES A L'APPROCHE
STATIQUE

* Abréviations utilisées :

AVV : Alstonia vieillardii var. vieillardii

CO : Cecropia obtusa

CA : Coffea arabica var. nain

IS : Iserertia spiciformis

LM : Loreya mespiloïdes

MA : Miconia alata

MC : Miconia ciliata

PG : Palicourea guianensis ssp. guianensis

RC : Ricinus communis

SS : Scaevola sericea

SR : Solanum rugosum

* Les notations adoptées pour les stades de croissance

(ex.:AVV1j...)sont explicitées dans la 2ème PARTIE II

* LE est exprimé en cm

SSE est exprimé en cm^2

SF est exprimé en cm^2

VE est exprimé en cm^3

S est exprimé en cm

V est exprimé en cm

S/V n'a pas d'unité

Δ est exprimé en cm

T est exprimé en cm

LE	SSE	SF	VE	S	V	S/V	Δ	T
0.9	0.03	26	0.027	5.099	0.3004	16.976	3.9118	6.6008
1	0.03	22	0.03	4.6904	0.3111	15.078	4.6422	6.2458
0.8	0.03	15	0.024	5.573	0.2888	13.41	4.7913	5.317
0.45	0.03	29	0.0135	5.3852	0.2385	22.584	1.7684	6.5774
0.85	0.03	20	0.0255	4.4721	0.2947	15.175	4.3688	5.9456
0.7	0.03	22	0.021	4.6904	0.2762	16.979	3.597	6.0717
0.35	0.03	16	0.0105	4	0.2193	18.239	2.5793	5.0965
0.35	0.03	16	0.0105	4	0.2193	18.239	2.5793	5.0965
2.6	0.11	54	0.286	7.3485	0.6591	11.149	12.425	10.644
1.3	0.03	13	0.039	2.6056	0.3395	10.621	6.5791	5.303
2.5	0.03	17	0.075	4.1231	0.4221	9.7685	8.5393	6.2335
3.6	0.03	27	0.108	5.1962	0.4756	10.903	9.1011	7.579
2.5	0.03	16	0.075	4	0.4221	9.4769	8.6624	6.1104
1.4	0.03	14	0.042	3.7417	0.348	10.753	6.6974	5.4815
1.1	0.03	16	0.033	4	0.3211	12.456	5.6336	5.6056
1.4	0.03	24	0.042	4.899	0.348	14.079	5.5401	6.6388
1.1	0.05	32	0.055	5.6569	0.3807	14.861	5.763	7.5602
0.9	0.05	31	0.045	5.5678	0.3561	15.637	5.114	7.3481
0.9	0.05	34	0.045	5.831	0.3561	16.376	4.8508	7.6112
0.9	0.05	31	0.045	5.5678	0.3561	15.637	5.114	7.3481
0.7	0.05	39	0.035	6.245	0.3275	19.07	3.5792	7.8824
1	0.05	36	0.05	6	0.3688	16.27	5.0631	7.8439
1.6	0.05	46	0.08	6.7823	0.4312	15.727	6.1552	8.9386
1.5	0.05	42	0.08	6.4807	0.4312	15.928	6.4568	8.637
1	0.05	42	0.05	6.4807	0.3688	17.574	4.5824	8.3246
0.9	0.05	39	0.045	6.245	0.3561	17.539	4.4367	8.0253
0.7	0.05	37	0.035	6.0428	0.3275	18.575	3.7414	7.7201
0.7	0.05	44	0.035	6.6332	0.3275	20.256	3.1909	8.2706
0.9	0.05	52	0.045	7.2111	0.3561	20.253	3.4706	8.9914
0.6	0.05	62	0.03	7.874	0.3111	25.311	1.4586	9.4294
0.8	0.05	68	0.04	8.2462	0.3424	24.086	2.0247	9.958
2.6	0.03	16	0.078	4	0.4276	9.3539	8.8289	6.1381
2.2	0.03	27	0.066	5.1962	0.4045	12.846	6.9386	7.2186
2.3	0.03	23	0.069	4.7958	0.4105	11.682	7.5198	6.8484
2.2	0.03	27	0.066	5.1962	0.4045	12.846	6.9386	7.2186
2.4	0.03	28	0.072	5.2915	0.4164	12.708	7.2	7.3734
2	0.03	25	0.06	5	0.3919	12.76	6.7556	6.9593
2.3	0.03	28	0.069	5.2915	0.4105	12.89	7.0242	7.3441
1.4	0.03	31	0.042	5.5678	0.348	16.001	4.8713	7.3076
1.4	0.03	33	0.042	5.7446	0.348	16.509	4.6945	7.4844

AVV1a

LE	SSE	SF	VE	S	V	S/V	Δ	T
6.5	0.28	62	1.82	7.874	1.2207	6.4505	28.747	13.977
7	0.28	218	1.96	14.765	1.2512	11.801	22.771	21.021
6.8	0.28	166	1.904	12.384	1.2392	10.397	24.291	19.08
7.1	0.28	252	1.988	15.875	1.2571	12.628	21.839	22.16
6.8	0.28	271	1.904	16.462	1.2392	13.285	20.713	22.658
3.3	0.28	294	0.924	17.146	0.974	17.604	12.074	22.017
4.3	0.28	393	1.204	19.824	1.0638	18.636	12.089	25.143
5.1	0.28	358	1.428	18.921	1.126	16.804	14.858	24.551
5.3	0.16	39	0.848	6.245	0.9466	6.5975	22.152	10.978
4.5	0.16	29	0.72	5.3852	0.8964	6.0077	21.506	9.8671
3.6	0.16	67	0.576	8.1854	0.8322	9.836	16.78	12.346
4.1	0.16	62	0.656	7.874	0.869	9.0608	18.197	12.219
4.7	0.16	96	0.752	9.798	0.9095	10.773	17.486	14.345
3.9	0.16	110	0.624	10.488	0.8547	12.272	15.152	14.761
5.8	0.16	146	0.928	12.083	0.9754	12.387	17.18	16.96
5.3	0.16	166	0.848	12.884	0.9466	13.611	15.513	17.617
3.9	0.16	161	0.624	12.689	0.8547	14.846	12.951	16.962
10.4	0.5	463	5.2	21.517	1.7315	12.427	30.428	30.175
10.8	0.5	432	5.4	20.785	1.7534	11.854	31.818	29.552
9.5	0.5	476	4.75	21.817	1.6801	12.986	28.586	30.218
10.1	0.5	777	5.05	27.875	1.7147	16.256	23.567	36.448
12.5	0.5	636	6.25	25.219	1.8409	13.699	30.008	34.423
12.6	0.5	610	6.3	24.698	1.8458	13.381	30.675	33.927
13.5	0.5	616	6.75	24.819	1.8887	13.141	31.841	34.263
16	0.5	887	8	29.783	1.9986	14.902	30.176	39.776
6.1	0.31	260	1.891	16.125	1.2363	13.042	20.966	22.306
5.7	0.31	230	1.767	15.166	1.2087	12.547	21.096	21.209
6.5	0.31	269	2.015	16.401	1.2628	12.988	21.482	22.715
4.2	0.31	328	1.302	18.111	1.0919	16.587	14.645	23.57
3.2	0.31	185	0.992	13.601	0.9973	13.638	16.318	18.588
5.2	0.31	484	1.612	22	1.1723	18.766	13.17	27.862
7.7	0.31	372	2.387	19.287	1.3361	14.436	20.794	25.968
12.8	1.04	747	13.312	27.331	2.368	11.542	43.707	39.171
8.5	1.04	1282	8.84	35.805	2.0662	17.329	26.18	46.136
9.5	1.04	770	9.88	27.749	2.1441	12.942	36.575	38.47
10.5	1.04	799	10.92	28.267	2.2168	12.751	38.238	39.351
12.5	1.04	1235	13	35.143	2.3493	14.959	35.337	46.889
7.5	0.52	331	3.9	18.193	1.5733	11.564	29.007	26.06
6.8	0.52	538	3.536	23.195	1.5228	15.231	22.49	30.809
8.8	0.52	416	4.576	20.396	1.6594	12.291	29.385	28.693

AVV2

LE	SSE	SF	VE	S	V	S/V	Δ	T
8,1	0,68	888	5,508	29,799	1,765	16,883	23,151	38,624
7,9	0,68	1030	5,372	32,094	1,7504	18,335	20,418	40,846
5,6	0,68	572	3,808	23,917	1,5609	15,322	22,91	31,721
6	0,68	753	4,08	27,441	1,5972	17,181	20,474	35,427
5,5	0,68	821	3,74	28,653	1,5516	18,467	17,893	36,411
6,5	0,58	549	3,77	23,431	1,5557	15,061	23,24	31,209
7,4	0,58	652	4,292	25,534	1,6243	15,72	23,196	33,656
7,2	0,58	756	4,176	27,495	1,6096	17,082	20,792	35,543
7,4	0,65	726	4,81	26,944	1,6872	15,97	23,67	35,38
5,7	0,65	733	3,705	27,074	1,5467	17,504	19,327	34,807
5,5	0,65	920	3,575	30,332	1,5284	19,845	15,521	37,974
9,1	1,54	1413	14,014	37,59	2,4088	15,605	34,675	49,634
9,1	1,54	1413	14,014	37,59	2,4088	15,605	34,675	49,634
9,8	1,77	1457	17,346	38,171	2,5861	14,76	39,414	51,101
7,3	1,77	1654	12,921	40,669	2,3446	17,346	29,667	52,392
6,6	1,77	1570	11,682	39,623	2,2672	17,477	28,392	50,959
6,2	1,77	1734	10,974	41,641	2,2205	18,754	24,972	52,744
5,5	1,77	1655	9,735	40,682	2,1336	19,067	23,327	51,35
7,5	1,77	1010	13,275	31,78	2,3658	13,434	39,192	43,609
19,3	0,42	128	8,106	11,314	2,0074	5,636	48,908	21,351
11,5	0,42	203	4,83	14,248	1,6895	8,4332	36,437	22,695
9,3	0,42	291	3,906	17,059	1,5742	10,837	30,166	24,929
8,6	0,42	608	3,612	24,658	1,5337	16,078	21,352	32,326
7,6	0,42	502	3,192	22,405	1,4718	15,223	21,749	29,764
8,9	0,42	477	3,738	21,84	1,5513	14,079	24,698	29,597
7	0,42	690	2,94	26,268	1,4321	18,343	16,694	33,428
5,6	0,58	410	3,248	20,248	1,4804	13,678	24,162	27,65
12,1	0,43	132	5,203	11,489	1,7319	6,634	40,467	20,148
9,3	0,43	273	3,999	16,523	1,5865	10,414	31,073	24,455
10	0,43	587	4,3	24,228	1,6253	14,906	24,532	32,355
8,3	0,43	473	3,569	21,749	1,5276	14,237	24,078	29,386
9,7	0,43	459	4,171	21,424	1,6089	13,316	26,844	29,469
7	0,43	520	3,01	22,804	1,4433	15,799	20,496	30,02
11,4	0,71	377	8,094	19,416	2,0064	9,6773	40,776	29,449
8,5	0,71	483	6,035	21,977	1,8196	12,078	32,609	31,075
8,3	0,71	587	5,893	24,228	1,8052	13,421	29,928	33,254
6,1	0,71	536	4,331	23,152	1,6292	14,21	25,725	31,298
15,4	0,58	303	8,932	17,407	2,0733	8,3957	44,793	27,773
8,8	0,58	350	5,104	18,708	1,7208	10,872	32,916	27,312
8,1	0,58	481	4,698	21,932	1,674	13,102	28,287	30,302

AVV3

LE	SSE	SF	VE	S	V	S/V	Δ	T
7,2	0,48	753	3,456	27,441	1,5113	18,157	17,898	34,997
5,4	0,48	691	2,592	26,287	1,3732	19,142	14,91	33,153
3,5	0,38	651	1,33	25,515	1,0996	23,203	7,4739	31,013
3,1	0,38	410	1,178	20,248	1,0561	19,173	11,434	25,529
2,6	0,35	477	0,91	21,84	0,9691	22,537	7,2321	26,686
2,1	0,35	419	0,735	20,469	0,9026	22,679	6,6072	24,982
4,4	0,44	736	1,936	27,129	1,2461	21,772	10,253	33,36
4,3	0,44	532	1,892	23,065	1,2366	18,653	14,032	29,248
2	0,2	188	0,4	13,711	0,737	18,603	8,3996	17,396
2,4	0,2	196	0,48	14	0,7832	17,876	9,495	17,916
1,7	0,2	217	0,34	14,731	0,6982	21,098	6,2152	18,222
1,4	0,54	328	0,756	18,111	0,9111	19,879	9,2211	22,666
1,4	0,54	331	1,836	18,193	1,2242	14,861	18,534	24,315
5,6	0,54	390	3,024	19,748	1,4456	13,662	23,618	26,976
4	0,54	377	2,16	19,416	1,2923	15,024	19,353	25,878
2,6	0,54	551	1,404	23,473	1,1196	20,965	10,115	29,072
1,3	0,34	275	0,442	16,583	0,7619	21,764	6,2753	20,393
2,6	0,34	269	0,884	16,401	0,9598	17,089	12,392	21,2
4,3	0,34	305	1,462	17,464	1,1348	15,389	16,58	23,138
3,5	0,34	335	1,19	18,303	1,0596	17,273	13,486	23,601
1,6	0,42	286	0,672	16,912	0,876	19,305	9,3691	21,292
2,3	0,42	271	0,966	16,462	0,9885	16,653	13,194	21,405
3,6	0,42	317	1,512	17,894	1,1476	15,515	16,624	23,542
1,6	0,42	346	0,672	18,601	0,876	21,234	7,6795	22,981
12,9	0,12	111	1,548	10,536	1,1566	9,1089	24,163	16,319
4,5	0,12	121	0,54	11	0,8145	13,505	13,435	15,072
2,8	0,12	131	0,336	11,446	0,6955	16,458	9,4182	14,923
4,2	0,12	204	0,504	14,283	0,796	17,943	9,5969	18,263
9,4	0,13	144	1,222	12	1,069	11,225	20,071	17,345
4,2	0,13	158	0,546	12,57	0,8175	15,376	11,955	16,657
3,7	0,13	192	0,481	13,856	0,7837	17,681	9,6548	17,775
3,9	0,13	285	0,507	16,882	0,7976	21,167	7,0451	20,87
13,5	0,16	121	2,16	11	1,2923	8,5118	27,77	17,462
7,7	0,16	159	1,232	12,61	1,0719	11,763	19,549	17,969
4,9	0,16	201	0,784	14,177	0,9222	15,374	13,487	18,788
3,9	0,16	266	0,624	16,31	0,8547	19,083	9,3305	20,583
4,5	0,13	192	0,585	13,856	0,8365	16,565	11,238	18,039
4,1	0,13	244	0,533	15,62	0,811	19,262	8,7083	19,675
3,5	0,13	319	0,455	17,861	0,7693	23,215	5,2196	21,707
1	0,1	112	0,1	10,583	0,4645	22,783	3,3525	12,906

AVV4

LE	SSE	SF	VE	S	V	S/V	Δ	T
1,5	0,49	417	0,735	20,421	0,9026	22,625	6,6561	24,933
1,4	0,49	345	0,686	18,571	0,8821	21,058	7,8875	22,984
1,4	0,49	307	0,686	17,521	0,8821	19,864	8,9403	21,932
1,7	0,49	423	0,833	20,567	0,941	21,857	7,6621	25,272
1,7	0,41	409	0,697	20,224	0,8867	22,807	6,3785	24,657
1,4	0,41	402	0,574	20,05	0,8312	24,121	4,8868	24,206
1,5	0,41	373	0,615	19,313	0,8505	22,707	6,203	23,566
1,6	0,45	564	0,72	23,749	0,8964	26,494	3,1427	28,231
1,4	0,45	408	0,63	20,199	0,8574	23,559	5,5228	24,486
1,5	0,45	324	0,675	18	0,8773	20,517	8,3196	22,387
1,4	0,45	478	0,63	21,863	0,8574	25,5	3,8586	26,15
1,6	1,13	337	1,808	18,358	1,218	15,072	18,182	24,448
1,7	1,13	541	1,921	23,259	1,2428	18,715	14,026	29,474
1,6	1,13	582	1,808	24,125	1,218	19,807	12,415	30,215
1,8	1,13	591	2,034	24,31	1,2667	19,192	13,691	30,644
1,8	1,13	472	2,034	21,726	1,2667	17,151	16,276	28,059
1,5	0,49	340	0,735	18,439	0,9026	20,43	8,6376	22,952
1,6	0,49	365	0,784	19,105	0,9222	20,718	8,5599	23,716
1,5	0,49	382	0,735	19,545	0,9026	21,655	7,5318	24,058
1,6	0,49	267	0,784	16,34	0,9222	17,719	11,325	20,951
1,4	0,48	360	0,672	18,974	0,876	21,659	7,3069	23,354
1,4	0,48	387	0,672	19,672	0,876	22,456	6,6083	24,052
1,3	0,48	449	0,624	21,19	0,8547	24,793	4,4504	25,463
1,5	0,48	355	0,72	18,841	0,8964	21,02	8,0499	23,323
1,1	0,26	211	0,286	14,526	0,6591	22,038	5,248	17,821
1,2	0,26	178	0,312	13,342	0,6785	19,663	7,0135	16,734
1,2	0,26	183	0,312	13,528	0,6785	19,938	6,8274	16,92
5,8	0,59	353	3,422	18,788	1,5063	12,473	26,401	26,32
5,7	0,59	441	3,363	21	1,4976	14,022	23,928	28,488
4,2	0,59	529	2,478	23	1,3528	17,002	17,584	29,764
4,7	0,59	691	2,773	26,287	1,4044	18,717	15,846	33,309
5,5	0,59	633	3,245	25,159	1,4799	17,001	19,238	32,559
3,5	0,57	296	1,995	17,205	1,2586	13,67	20,553	23,498
3,8	0,57	323	2,166	17,972	1,2935	13,894	20,833	24,44
3,8	0,57	425	2,166	20,616	1,2935	15,938	18,19	27,083
3	0,57	466	1,71	21,587	1,1956	18,055	14,281	27,565
7,5	0,29	424	2,175	20,591	1,2953	15,897	18,268	27,068
3,2	0,29	380	0,928	19,494	0,9754	19,985	9,7691	24,371
2,8	0,29	390	0,812	19,748	0,933	21,167	8,2416	24,413
2,6	0,29	441	0,754	21	0,9103	23,07	6,3077	25,551

AVV5

LE	SSE	SF	VE	S	V	S/V	Δ	T
4,1	0,69	642	2,829	25,338	1,4138	17,921	17,077	32,407
3,4	0,69	619	2,346	24,88	1,3284	18,729	14,971	31,522
2,4	0,69	645	1,656	25,397	1,1829	21,47	10,09	31,311
2,5	0,69	622	1,725	24,94	1,1991	20,799	11,033	30,935
2,5	0,69	288	1,725	16,971	1,1991	14,153	19,002	22,966
2,5	0,69	120	1,725	10,954	1,1991	9,1357	25,018	16,95
1	0,48	300	0,48	17,321	0,7832	22,116	6,1744	21,236
1	0,48	263	0,48	16,217	0,7832	20,707	7,2777	20,133
1	0,48	278	0,48	16,673	0,7832	21,29	6,8216	20,589
1,2	0,48	293	0,576	17,117	0,8322	20,569	7,8484	21,278
1	0,43	218	0,43	14,765	0,755	19,556	7,8851	18,54
2,3	0,06	65	0,138	8,0623	0,5171	15,591	7,4509	10,648
2,8	0,06	62	0,168	7,874	0,5521	14,262	8,6894	10,635
2,1	0,06	30	0,126	5,4772	0,5017	10,918	9,5731	7,9856
2,25	0,08	122	0,18	11,045	0,5649	19,551	5,903	13,87
3,8	0,08	122	0,304	11,045	0,6727	16,42	9,1345	14,409
2,6	0,08	116	0,208	10,77	0,5928	18,168	7,014	13,734
2,35	0,05	59	0,1175	7,6811	0,4901	15,671	7,0231	10,132
3,3	0,05	59	0,165	7,6811	0,5488	13,096	8,7832	10,425
2,5	0,05	29	0,125	5,3852	0,5003	10,763	9,252	7,8869
3,7	0,06	83	0,222	9,1104	0,6058	15,938	9,0638	12,139
3,4	0,06	53	0,204	7,2801	0,589	12,36	10,39	10,225
1,5	0,06	36	0,09	6	0,4485	13,378	7,455	8,2425
2,2	0,15	115	0,33	10,724	0,6913	15,513	10,015	14,18
3,6	0,15	160	0,54	12,649	0,8145	15,53	11,786	16,722
2,2	0,15	184	0,33	13,565	0,6913	19,622	7,1743	17,021
1	0,1	112	0,1	10,583	0,4645	22,583	3,3525	12,906
0,9	0,1	112	0,09	10,583	0,4485	23,983	2,872	12,826
0,8	0,1	166	0,08	12,884	0,4312	29,976	0,0534	15,04
0,9	0,13	83	0,117	9,1104	0,4894	18,614	5,573	11,558
1	0,13	75	0,13	8,6603	0,5069	17,084	6,5475	11,195
0,7	0,13	102	0,091	10,1	0,4502	22,436	3,4051	12,35
0,9	0,13	113	0,117	10,63	0,4894	21,719	4,0533	13,077
0,7	0,09	48	0,063	6,9282	0,3983	17,396	5,02	8,9196
0,7	0,09	67	0,063	8,1854	0,3983	20,562	3,7628	10,177
0,8	0,09	89	0,072	9,434	0,4164	22,657	3,0575	11,516
0,9	0,09	83	0,081	9,1104	0,433	21,038	3,8807	11,276
1,25	0,19	206	0,2375	14,353	0,6196	23,165	4,2346	17,451
1	0,19	172	0,19	13,115	0,5752	22,8	4,1414	15,991
1,1	0,19	217	0,209	14,731	0,5938	24,81	3,0818	17,7

LE	SSE	SF	VE	S	V	S/V	Δ	T
1,35	0,25	206	0,3375	14,353	0,6965	20,607	6,542	17,835
1,2	0,25	93	0,3	9,6437	0,6697	14,4	10,447	12,992
3,4	0,3	218	1,02	14,765	1,0066	14,668	15,434	19,798
2,1	0,3	281	0,63	16,763	0,8574	19,551	8,9588	21,05
1,9	0,3	280	0,57	16,733	0,8293	20,178	8,1455	20,88
1,9	0,3	247	0,57	15,716	0,8293	18,951	9,1625	19,863
1,4	0,3	211	0,42	14,526	0,7491	19,391	7,9473	18,271
1,5	0,3	285	0,45	16,882	0,7665	22,024	6,1135	20,715
4,5	0,41	290	1,845	17,029	1,2262	13,887	19,758	23,161
2,2	0,41	319	0,902	17,861	0,9662	18,485	11,127	22,692
2,2	0,41	267	0,902	16,34	0,9662	16,911	12,647	21,171
2	0,41	300	0,82	17,321	0,9361	18,504	10,761	22,001
1,5	0,41	378	0,615	19,442	0,8505	22,859	6,074	23,695
1,7	0,41	246	0,697	15,684	0,8867	17,688	10,918	20,118
2,8	0,44	369	1,232	19,209	1,0719	17,92	12,949	24,569
2,75	0,44	377	1,21	19,416	1,0655	18,222	12,55	24,744
2,5	0,44	261	1,1	16,155	1,0322	15,651	14,812	21,317
2	0,44	404	0,88	20,1	0,9583	20,974	8,65	24,891
1,9	0,44	433	0,836	20,809	0,9421	22,088	7,4542	25,519
3	0,26	146	0,78	12,083	0,9206	13,125	15,535	16,686
2	0,26	256	0,52	16	0,8043	19,893	8,1296	20,022
1,8	0,26	223	0,468	14,933	0,7766	19,229	8,3645	18,816
1,3	0,26	237	0,338	15,395	0,6968	22,093	5,5102	18,879
2,3	0,4	317	0,92	17,804	0,9726	18,306	11,374	22,668
2,2	0,4	333	0,88	18,248	0,9583	19,042	10,501	23,04
1,8	0,4	220	0,72	14,832	0,8964	16,547	12,059	19,314
1,1	0,4	49	0,44	7	0,7608	9,2009	15,824	10,804
1,8	0,32	293	0,576	17,117	0,8322	20,569	7,8484	21,278
1,8	0,32	185	0,576	13,601	0,8322	16,344	11,364	17,762
1,6	0,32	181	0,512	13,454	0,8002	16,813	10,552	17,455
1,4	0,32	271	0,448	16,462	0,7654	21,508	6,4992	20,289
2,2	0,58	366	1,276	19,131	1,0845	17,64	13,405	24,554
2	0,58	411	1,16	20,273	1,0507	19,296	11,247	25,526
2,1	0,58	505	1,218	22,472	1,0679	21,044	9,5641	27,812
1,9	0,58	448	1,102	21,166	1,0329	20,492	9,8201	26,33
1,2	0,37	287	0,444	16,941	0,7631	22,2	5,9518	20,757
1,3	0,37	299	0,481	17,292	0,7837	22,064	6,2196	21,21
1,25	0,37	296	0,4625	17,205	0,7735	22,241	6,0015	21,072
0,9	0,37	222	0,333	14,9	0,6934	21,488	5,9019	18,367
1	0,37	178	0,37	13,342	0,7181	18,578	8,2026	16,932

LE	SSE	SF	VE	S	V	S/V	Δ	T
0,9	0,17	94	0,153	9,6954	0,5352	18,116	6,3601	12,371
0,7	0,17	57	0,119	7,5498	0,4922	15,338	7,2167	10,011
0,9	0,17	124	0,153	11,136	0,5352	20,807	4,92	13,811
1,1	0,17	137	0,187	11,705	0,5722	20,457	5,4603	14,566
0,9	0,17	92	0,153	9,5917	0,5352	17,922	6,4638	12,268
0,8	0,2	85	0,16	9,2195	0,5432	16,972	7,0769	11,936
1	0,2	121	0,2	11	0,5851	18,8	6,5535	13,926
0,9	0,2	141	0,18	11,874	0,5649	21,019	5,074	14,699
0,6	0,16	75	0,096	8,6603	0,4582	18,899	5,0871	10,951
1,5	0,48	306	0,72	17,493	0,8964	19,515	9,3985	21,975
1,8	0,48	291	0,864	17,059	0,9525	17,91	11,516	21,821
2	0,48	281	0,96	16,763	0,9865	16,992	12,832	21,696
1,3	0,48	257	0,624	16,031	0,8547	18,757	9,6088	20,305
1,2	0,48	220	0,576	14,832	0,8322	17,823	10,133	18,993
1	0,36	213	0,36	14,595	0,7116	20,509	6,7541	18,153
1,1	0,36	214	0,396	14,629	0,7346	19,915	7,4083	18,302
1	0,36	252	0,36	15,875	0,7116	22,308	5,4741	19,433
1	0,36	227	0,36	15,067	0,7116	21,172	6,2821	18,625
0,8	0,36	166	0,288	12,884	0,6607	19,502	6,9357	16,187
1,3	0,34	277	0,442	16,643	0,7619	21,843	6,2151	20,453
1,3	0,34	197	0,442	14,036	0,7619	18,421	8,8228	17,845
1,3	0,34	237	0,442	15,395	0,7619	20,205	7,4637	19,205
1,6	0,34	262	0,544	16,186	0,8165	19,824	8,3085	20,269
1,1	0,34	218	0,374	14,765	0,7207	20,486	6,8568	18,368
1,1	0,38	288	0,418	16,971	0,7479	22,691	5,4669	20,71
1,9	0,38	264	0,722	16,248	0,8972	18,11	10,668	20,734
1,5	0,38	277	0,57	16,643	0,8293	20,069	8,2354	20,79
1,2	0,38	265	0,456	16,279	0,7699	21,144	6,8182	20,128
1,4	0,38	202	0,532	14,213	0,8105	17,537	10,101	18,265
0,6	0,28	34	0,168	5,831	0,5521	10,561	10,732	8,5915
1	0,24	127	0,24	11,269	0,6217	18,126	7,3828	14,378
1,1	0,24	167	0,264	12,923	0,6418	20,136	6,3309	16,132
1,1	0,24	175	0,264	13,229	0,6418	20,612	6,025	16,438
1	0,24	169	0,24	13	0,6217	20,909	5,6523	16,109
0,9	0,24	12	0,216	3,4641	0,6003	5,7706	14,545	6,4656
1,6	0,24	160	0,384	12,649	0,7271	17,397	9,1633	16,285
1,2	0,24	164	0,288	12,806	0,6607	19,384	7,0135	16,11
1,5	0,24	145	0,36	12,042	0,7116	16,921	9,307	15,6
1,5	0,24	210	0,36	14,491	0,7116	20,364	6,8573	18,049
1	0,24	205	0,24	14,318	0,6217	23,029	4,3344	17,427

AVV8

LE	SSE	SF	VE	S	V	S/V	Δ	T
1	0,16	110	0,16	10,488	0,5432	19,307	5,8084	13,204
1	0,16	87	0,16	9,3274	0,5432	17,171	6,9691	12,043
0,9	0,16	130	0,144	11,402	0,5245	21,739	4,3329	14,024
0,8	0,16	60	0,128	7,746	0,5043	15,359	7,3834	10,268
0,7	0,11	68	0,077	8,2462	0,4258	19,367	4,5277	10,375
0,8	0,11	65	0,088	8,0623	0,4452	18,111	5,2924	10,288
0,6	0,11	64	0,066	8	0,4045	19,778	4,1347	10,022
0,6	0,11	51	0,066	7,1414	0,4045	17,655	4,9933	9,1639
0,6	0,12	73	0,072	8,544	0,4164	20,52	3,9474	10,626
0,7	0,12	71	0,084	8,4261	0,4383	19,224	4,7233	10,618
0,6	0,12	93	0,072	9,6437	0,4164	23,161	2,8478	11,726
0,7	0,12	89	0,084	9,434	0,4383	21,523	3,7154	11,626
0,6	0,13	65	0,078	8,0623	0,4276	18,853	4,7666	10,2
0,6	0,13	76	0,078	8,7178	0,4276	20,386	4,1111	10,856
0,6	0,13	52	0,078	7,2111	0,4276	16,863	5,6178	9,3492
1,4	0,36	292	0,504	17,088	0,796	21,468	6,7918	21,068
1,7	0,36	286	0,612	16,912	0,8492	19,916	8,5632	21,157
1,9	0,36	363	0,684	19,053	0,8812	21,621	7,3834	23,459
1,3	0,36	298	0,468	17,263	0,7766	22,229	6,035	21,146
1,3	0,36	245	0,468	15,652	0,7766	20,155	7,6452	19,535
1,2	0,36	341	0,432	18,466	0,7562	24,421	4,2187	22,247
1,4	0,28	214	0,392	14,629	0,7321	19,982	7,334	18,289
1,8	0,28	338	0,504	18,385	0,796	23,097	5,495	22,365
1,3	0,28	130	0,364	11,402	0,7142	15,963	10,026	14,973
1,1	0,28	233	0,308	15,264	0,6756	22,594	5,0036	18,642
1,1	0,25	204	0,275	14,283	0,6506	21,954	5,2344	17,536
1,1	0,25	183	0,275	13,528	0,6506	20,794	5,9895	16,781
1	0,25	156	0,25	12,49	0,6303	19,817	6,4176	13,641
1,1	0,25	177	0,275	13,304	0,6506	20,45	6,2131	16,557
0,5	0,07	86	0,035	9,2736	0,3275	28,319	0,5506	10,911
0,8	0,07	98	0,056	9,8995	0,383	25,85	1,5891	11,814
0,7	0,07	78	0,049	8,8318	0,3663	24,111	2,1572	10,663
0,7	0,07	76	0,049	8,7178	0,3663	23,8	2,2712	10,549
0,9	0,07	77	0,063	8,775	0,3983	22,033	3,1732	10,766
1,1	0,2	147	0,22	12,124	0,604	20,074	5,9952	15,144
0,8	0,2	156	0,16	12,49	0,5432	22,993	3,8065	15,206
1	0,2	111	0,2	10,536	0,5851	18,006	7,0179	13,461
1,3	0,37	288	0,481	16,971	0,7837	21,654	6,5407	20,889
1,6	0,37	304	0,592	17,436	0,8398	20,761	7,7588	21,635
1,1	0,37	189	0,407	13,748	0,7413	18,545	8,4913	17,454

AVV9

LE	SSE	SF	VE	S	V	S/V	Δ	T
1	0,13	245	0,13	15,652	0,5069	30,877	-0,445	18,187
1,1	0,13	91	0,143	9,5394	0,5233	18,23	6,1587	12,156
1	0,13	168	0,13	12,961	0,5069	25,569	2,2462	15,496
0,7	0,13	82	0,091	9,0554	0,4502	20,116	4,4492	11,306
1,3	0,23	203	0,299	14,248	0,669	21,299	5,8209	17,593
1,4	0,23	123	0,322	11,091	0,6857	16,175	9,4796	14,519
1,1	0,23	229	0,253	15,133	0,6328	23,915	3,8501	18,297
0,9	0,23	116	0,207	10,77	0,5919	18,197	6,9854	13,73
1,4	0,27	262	0,378	16,186	0,7233	22,379	5,5119	19,803
1,5	0,27	161	0,405	12,689	0,7401	17,145	9,514	16,389
1,6	0,27	293	0,432	17,117	0,7562	22,637	5,5677	20,898
1,3	0,27	254	0,351	15,937	0,7056	22,585	5,232	19,466
1	0,27	230	0,27	15,166	0,6466	23,454	4,2326	18,399
1	0,14	104	0,14	10,198	0,5196	19,627	5,3897	12,796
0,8	0,14	100	0,112	10	0,4824	20,731	4,4714	12,412
0,8	0,14	95	0,112	9,7468	0,4824	20,206	4,7246	12,159
0,9	0,14	84	0,126	9,1652	0,5017	18,269	5,8851	11,674
1	0,26	204	0,26	14,283	0,6385	22,368	4,8733	17,476
1,3	0,26	241	0,338	15,524	0,6968	22,278	5,3808	19,008
1,2	0,26	217	0,312	14,731	0,6785	21,711	5,6243	18,123
1	0,26	108	0,26	10,392	0,6385	16,275	8,7638	13,585
0,5	0,26	28	0,13	5,2915	0,5069	10,438	9,9162	7,8261
0,9	0,28	246	0,252	15,684	0,6319	24,82	3,2734	18,844
1,3	0,28	276	0,364	16,613	0,7142	23,26	4,8141	20,184
1,1	0,28	247	0,308	15,716	0,6756	23,263	4,5517	19,094
1	0,28	161	0,28	12,689	0,6545	19,387	6,9461	15,961
0,6	0,28	40	0,168	6,3246	0,5521	11,455	10,239	9,0851
2,5	0,95	589	2,375	24,269	1,3338	18,195	15,745	30,934
3	0,95	637	2,85	25,239	1,4173	17,808	17,28	32,325
2,1	0,95	593	1,995	24,352	1,2586	19,348	13,406	30,644
1	0,2	140	0,2	11,832	0,5851	20,222	5,7214	14,758
1,2	0,2	201	0,24	14,177	0,6217	22,803	4,4748	17,286
1,1	0,2	185	0,22	13,601	0,604	22,52	4,5181	16,621
1	0,2	109	0,2	10,44	0,5851	17,843	7,1132	13,366
1,1	0,2	145	0,22	12,042	0,604	19,937	6,078	15,062
1,4	0,2	160	0,28	12,649	0,6545	19,327	6,9856	15,922
1,2	0,2	194	0,24	13,928	0,6217	22,402	4,7239	17,037
0,9	0,2	117	0,18	10,817	0,5649	19,146	6,1317	13,641
1	0,1	53	0,1	7,2801	0,4645	15,672	6,6553	9,6027
1,2	0,1	97	0,12	9,8489	0,4936	19,953	4,9589	12,317

CO1j	210							
LE	SSE	SF	VE	S	V	S/V	Δ	T
1,5	1,247	419	1,8705	20,248	1,2319	16,437	7,9119	23,784
1,7	1,247	259	2,1199	16,093	1,2843	12,531	13,265	19,779
1,75	1,247	352	2,1823	18,762	1,2967	14,468	10,882	22,483
1	0,503	90	0,503	9,4868	0,7955	11,926	8,6975	11,77
1,15	0,503	88	0,5785	9,3808	0,8334	11,257	9,6609	11,773
1	0,503	90	0,503	9,4868	0,7955	11,926	8,6975	11,77
1,2	0,221	44	0,2652	6,6332	0,6428	10,32	8,0603	8,478
1	0,221	68	0,221	8,2462	0,6049	13,632	5,5818	9,9823
0,85	0,385	53	0,3273	7,2801	0,6894	10,56	8,479	9,2586
1,1	0,385	68	0,4235	8,2462	0,7512	10,978	8,9257	10,402
1,1	0,385	76	0,4235	8,7178	0,7512	11,606	8,4541	10,874
1,25	0,302	54	0,3775	7,3485	0,723	10,164	9,1784	9,4234
1,2	0,392	38	0,3624	6,1644	0,7132	8,6434	10,139	8,2113
1,3	0,503	144	0,6539	12	0,8681	13,823	7,8446	14,491
1,9	0,503	109	0,9557	10,44	0,985	10,599	12,077	13,267
1,7	0,503	147	0,8551	12,124	0,9492	12,773	9,5746	14,849
1,1	0,503	124	0,5533	11,136	0,8211	13,561	7,6352	13,492
0,7	0,212	40	0,1484	6,3246	0,5298	11,938	5,786	7,845
0,45	0,212	35	0,0954	5,9161	0,4573	12,937	4,5375	7,2285
0,5	0,212	32	0,106	5,6569	0,4736	11,944	5,17	7,0161
1,2	0,724	124	0,8688	11,136	0,9542	11,669	10,679	13,874
1,6	0,724	92	1,1584	9,5917	1,0502	9,1333	14,416	12,606
1,6	0,724	168	1,1584	12,961	1,0502	12,342	11,046	15,976
1,6	0,724	167	1,1584	12,923	1,0502	12,305	11,084	15,937
3,2	0,636	150	2,0352	12,247	1,267	9,6667	16,715	15,884
3,2	0,636	174	2,0352	13,191	1,267	10,411	15,772	16,827
3,6	0,636	182	2,2896	13,491	1,3176	10,238	16,631	17,272
3,6	0,636	303	2,2896	17,407	1,3176	13,211	12,715	21,189
2,7	0,636	260	1,7172	16,125	1,1973	13,468	11,245	19,561
1,2	0,374	99	0,4488	9,9499	0,7658	12,992	7,557	12,148
0,9	0,374	142	0,3366	11,916	0,6959	17,124	3,9912	13,914
1,4	0,709	170	0,9926	13,038	0,9975	13,071	9,7651	15,901
1,55	0,709	112	1,099	10,583	1,0319	10,256	13,007	13,545
1	0,709	197	0,709	14,036	0,8918	15,739	6,3508	16,595
1,9	0,709	129	1,3471	11,358	1,1043	10,285	13,887	14,527
1,8	0,709	250	1,2762	15,811	1,0846	14,578	8,9826	18,924
1,75	0,709	233	1,2408	15,264	1,0745	14,206	9,2982	18,348
1,5	0,385	96	0,5775	9,798	0,8329	11,764	9,2423	12,188
1,65	0,385	99	0,6353	9,9499	0,8598	11,573	9,7044	12,417
1	0,385	123	0,385	11,091	0,7277	15,24	5,5449	13,179

CO1a								
LE	SSE	SF	VE	S	V	S/V	Δ	T
2,5	11,763	1272	29,408	35,665	3,0832	11,568	34,816	44,514
2,6	11,763	1057	30,584	32,512	3,1237	10,408	38,896	41,477
2,4	11,763	1028	28,231	32,062	3,0415	10,542	37,467	40,792
2,4	11,763	886	28,231	29,766	3,0415	9,7864	39,764	38,495
2,4	11,763	1009	28,231	33,151	3,0415	10,899	36,378	41,88
2,2	11,763	1215	25,879	34,857	2,9547	11,797	32,687	43,337
2,5	11,763	1127	29,408	33,571	3,0832	10,888	36,91	42,419
2,5	11,763	989	29,408	31,448	3,0832	10,2	39,033	40,297
2,5	11,763	1191	29,408	34,511	3,0832	11,193	35,97	43,36
2,6	11,763	1078	30,584	32,833	3,1237	10,511	38,575	41,798
2,5	11,763	1213	29,408	34,828	3,0832	11,296	35,653	43,677
2,5	11,763	976	29,408	31,241	3,0832	10,133	39,24	40,09
2,5	11,763	1264	29,408	35,553	3,0832	11,531	34,928	44,401
2,8	11,763	1169	32,036	34,191	3,2017	10,679	39,001	43,38
5,4	15,904	909	85,882	30,15	4,4054	6,8437	70,559	42,793
5,4	15,904	740	85,882	27,203	4,4054	6,1749	73,505	39,847
5	15,904	840	79,52	28,983	4,294	6,7496	69,177	41,306
5	15,904	722	79,52	26,87	4,294	6,2576	71,29	39,194
4,7	15,904	762	74,749	27,604	4,2064	6,5625	68,554	39,677
4,5	15,904	746	71,568	27,313	4,1459	6,5879	67,463	39,212
4,6	15,904	763	73,158	27,622	4,1764	6,614	67,85	39,609
3,7	15,904	847	58,845	29,103	3,8843	7,4925	59,692	40,251
3,8	15,904	763	60,435	27,622	3,9189	7,0484	61,965	38,87
3,9	12,254	1606	47,791	40,075	3,6243	11,057	42,776	50,477
4,3	12,254	1606	52,692	46,075	3,744	10,704	45,514	50,82
4	12,254	1338	49,016	36,579	3,655	10,008	46,974	47,068
3,5	12,254	1304	42,889	36,111	3,496	10,329	43,808	46,144
3,5	12,254	1304	42,889	36,111	3,496	10,329	43,808	46,144
3,2	12,254	1304	39,213	36,111	3,3932	10,642	41,458	45,849
2,8	12,254	1875	34,311	43,301	3,2456	13,341	30,894	52,616
3	12,254	1875	36,762	43,301	3,3211	13,038	32,618	52,833
3	12,254	2154	36,762	46,411	3,3211	13,975	29,508	55,943
3	12,254	1366	36,762	36,959	3,3211	11,129	38,96	46,491
2,9	12,254	1328	35,537	36,442	3,2838	11,097	38,626	45,866
3,5	12,254	1334	42,889	36,524	3,496	10,447	43,395	46,557
6,6	5,94	782	39,204	27,964	3,393	8,2418	49,599	37,702
6	5,94	829	35,64	28,792	3,287	8,7596	46,348	38,226
5,6	5,94	969	33,264	31,129	3,2123	9,6905	42,305	40,348
5,6	5,94	909	33,264	30,15	3,2123	9,3857	43,284	39,369
5,4	5,94	846	32,076	29,086	3,1736	9,1649	43,463	38,194

CO1r

LE	SSE	SF	VE	S	V	S/V	Δ	T
1,5	4,301	637	6,4515	25,239	1,8604	13,566	17,291	30,578
1,2	4,301	570	5,1612	23,875	1,7272	13,823	15,609	28,832
1,4	4,301	634	6,0214	25,179	1,8182	13,849	16,384	30,398
1,2	4,301	638	5,1612	25,259	1,7272	14,624	14,225	30,216
1,3	4,301	483	5,5913	21,977	1,7739	12,389	18,573	27,068
1,2	4,301	501	5,1612	22,383	1,7272	12,959	17,101	27,34
1,2	4,301	644	5,1612	25,377	1,7272	14,693	14,107	30,334
3,3	8,553	1067	28,225	32,665	3,0413	10,74	36,859	41,394
3,8	8,553	1043	32,501	32,296	3,1876	10,132	40,573	41,444
4,2	8,553	1213	35,923	34,828	3,2956	10,568	40,51	44,287
5,1	8,553	1219	43,62	34,914	3,5157	9,9308	45,456	45,004
6,2	8,553	1043	53,029	32,296	3,752	8,6076	53,475	43,064
5,5	8,553	936	47,042	30,594	3,6053	8,486	51,822	40,941
4,3	8,553	594	36,778	24,372	3,3215	7,3376	51,558	33,905
2,8	8,553	654	23,948	25,573	2,8794	8,8816	40,249	33,837
2,8	8,553	678	23,948	26,038	2,8794	9,0431	39,784	34,302
3	8,553	1117	25,659	33,422	2,9463	11,344	33,931	41,877
2,3	8,553	1016	19,672	31,875	2,6968	11,819	29,774	39,615
2,7	8,553	937	23,093	30,61	2,8447	10,76	34,42	38,775
2,7	8,553	693	23,093	26,325	2,8447	9,2539	38,705	34,489
3,4	8,553	847	29,08	29,103	3,0717	9,4747	41,116	37,919
4	12,566	1199	50,264	34,627	3,6857	9,3949	49,628	45,205
4,7	12,566	1333	59,06	36,51	3,889	9,388	52,393	47,672
4	12,566	1376	50,264	37,094	3,6857	10,064	47,16	47,672
3,8	12,566	1281	47,751	35,791	3,6233	9,8781	47,037	46,19
3,2	12,566	621	40,211	24,92	3,4217	7,2828	53,301	34,74
2,3	12,566	898	28,902	29,967	3,0654	9,7758	40,109	38,764
3,2	12,566	1347	40,211	36,701	3,4217	10,726	41,52	46,522
3,2	12,566	1758	40,211	41,929	3,4217	12,254	36,293	51,749
3,2	12,566	1706	40,211	41,304	3,4217	12,071	36,917	51,124
2,7	12,566	1522	33,928	39,013	3,2335	12,065	34,906	48,293
2,7	12,566	1385	33,928	37,216	3,2335	11,509	36,703	46,496
4,5	12,566	1646	56,547	40,571	3,8331	10,584	47,054	51,572
4,5	12,566	1883	56,547	43,394	3,8331	11,321	44,232	54,395
5	12,566	1679	62,83	40,976	3,97	10,321	49,778	52,369

CO 2-3

LE	SSE	SF	VE	S	V	S/V	Δ	T
2,3	4,119	613	9,4737	24,759	2,1144	11,71	23,576	30,827
2,2	4,119	450	9,0918	21,213	2,0833	10,182	26,411	27,192
1,8	4,119	450	7,4142	21,213	1,9486	10,885	23,333	26,806
1,4	4,119	751	5,7666	27,404	1,7922	15,291	13,565	32,548
1,5	4,119	751	6,1785	27,404	1,8339	14,944	14,517	32,668
1,4	4,119	543	5,7666	23,302	1,7922	13,002	17,667	28,446
1,3	4,119	533	5,3547	23,087	1,7485	13,204	16,884	28,105
1,2	4,119	637	4,9428	25,239	1,7025	14,824	13,681	30,125
1,8	3,836	544	6,9048	23,324	1,903	12,256	20,179	28,785
1,4	3,836	402	5,3704	20,05	1,7502	11,456	19,96	25,073
1,4	3,836	650	5,3704	25,495	1,7502	14,567	14,515	30,518
1,4	3,836	578	5,3704	24,042	1,7502	13,736	15,968	29,065
1,4	3,836	375	5,3704	19,365	1,7502	11,064	20,645	24,388
1	3,836	384	3,836	19,596	1,5647	12,524	16,173	24,087
1,3	3,836	751	4,9868	27,404	1,7076	16,049	11,63	32,305
2,1	3,53	738	7,413	27,166	1,9485	13,942	17,377	32,758
1,5	3,53	614	5,295	24,779	1,742	14,224	15,043	29,779
1,3	3,53	337	4,589	18,358	1,6609	11,053	19,611	23,124
1,2	3,53	530	4,236	23,022	1,6172	14,235	13,949	27,663
1,4	3,53	488	4,942	22,091	1,7024	12,976	16,827	26,977
1,1	3,53	605	3,883	24,597	1,5711	15,656	11,318	29,106
1,3	3,53	689	4,589	26,249	1,6609	15,804	11,72	31,016
1,4	3,53	667	4,942	25,826	1,7024	15,17	13,091	30,712
1,8	3,53	906	6,354	30,1	1,851	16,261	12,215	35,412
2,5	3,017	895	7,5425	29,917	1,9598	15,265	14,885	35,541
2,5	3,017	636	7,5425	25,219	1,9598	12,868	19,582	30,844
1,7	3,017	606	5,1289	24,617	1,7236	14,282	14,785	29,564
1,4	3,017	250	4,2238	15,811	1,6157	9,7861	21,123	20,448
1,4	3,017	475	4,2238	21,794	1,6157	13,489	15,14	26,432
1,5	3,017	554	4,5255	23,537	1,6532	14,237	14,256	28,282
1,5	3,017	559	4,5255	23,643	1,6532	14,301	14,15	28,388
1,2	3,017	410	3,6204	20,248	1,5348	13,192	14,838	24,653
1,3	3,017	419	3,9221	20,469	1,5763	12,986	15,565	24,994
1,4	3,017	854	4,2238	29,223	1,6157	18,087	7,7115	33,86
1,5	3,017	738	4,5255	27,166	1,6532	16,432	10,627	31,911
1,5	3,079	294	4,6185	17,146	1,6645	10,301	20,904	21,923
1,4	3,079	564	4,3106	23,749	1,6267	14,6	13,437	28,417
1,3	3,079	503	4,0027	22,428	1,587	14,132	13,852	26,982
1,5	3,079	553	4,6185	23,516	1,6645	14,128	14,534	28,293
1,4	3,079	752	4,3106	27,423	1,6267	16,858	9,7632	32,091

LE	SSE	SF	VE	S	V	S-V	Δ	T
0.4	0.031	15	0.0124	3.873	0.2318	16.708	2.6174	4.6864
0.6	0.031	8	0.0186	2.8284	0.2653	10.661	4.6002	3.7594
0.8	0.038	34	0.0304	5.831	0.3125	18.661	2.918	6.9274
1.3	0.038	32	0.0494	5.6569	0.3673	15.402	4.6273	6.9457
0.6	0.031	24	0.0186	4.899	0.2653	18.465	2.5296	5.8299
0.8	0.031	25	0.0248	5	0.292	17.124	3.1754	6.0246
0.5	0.031	21	0.0155	4.5826	0.2497	18.354	2.4084	5.4587
1	0.031	25	0.031	5	0.3145	15.898	3.8061	6.1036
0.9	0.042	36	0.0378	6	0.336	17.859	3.4073	7.1789
2	0.042	39	0.084	6.245	0.4383	14.248	6.0278	7.783
0.5	0.028	18	0.014	4.2426	0.2414	17.578	2.5154	5.0896
0.7	0.028	20	0.0196	4.4721	0.27	16.565	3.0871	5.4195
0.7	0.031	33	0.0217	5.7446	0.2793	20.569	2.0753	6.7246
0.9	0.031	51	0.0279	7.1414	0.3037	23.518	1.361	8.207
0.5	0.035	28	0.0175	5.2915	0.26	20.354	1.9878	6.2038
1.3	0.035	41	0.0455	6.4031	0.3574	17.917	3.6032	7.6571
0.3	0.028	16	0.0084	4	0.2036	19.646	1.7009	4.7144
1	0.028	20	0.028	4.4721	0.304	14.71	4.0405	5.5389
1.1	0.035	21	0.0385	4.5826	0.338	13.557	4.8823	5.7687
1.3	0.035	29	0.0455	5.3852	0.3574	15.069	4.6212	6.6392
0.9	0.035	21	0.0215	4.5826	0.3162	14.493	4.2705	5.6921
1	0.028	19	0.028	4.3589	0.304	14.337	4.1537	5.4257
0.5	0.023	17	0.0115	4.1231	0.2261	18.239	2.2064	4.9163
1	0.023	13	0.023	3.6056	0.2847	12.662	4.3673	4.6047
1	0.031	34	0.031	5.831	0.3145	18.54	2.9751	6.9345
1.8	0.031	34	0.0558	5.831	0.3825	15.244	4.879	7.1731
0.7	0.031	16	0.0217	4	0.2793	14.323	3.8199	4.98
1.1	0.031	26	0.0341	5.099	0.3246	15.707	3.991	6.2382
0.8	0.031	24	0.0248	4.899	0.292	16.779	3.2764	5.9235
1.4	0.031	30	0.0434	5.4772	0.3518	15.57	4.3729	6.7117
1	0.062	45	0.062	6.7082	0.3962	16.933	4.3842	8.0983
2	0.062	61	0.124	7.8102	0.499	15.651	6.162	9.5613
0.7	0.062	34	0.0434	5.831	0.3518	16.575	4.0192	7.0654
1.5	0.062	52	0.093	7.2111	0.4534	15.904	5.4848	8.8022
1	0.031	21	0.031	4.5826	0.3145	14.571	4.2235	5.6862
1	0.031	27	0.031	5.1962	0.3145	16.522	3.6099	6.2997
0.8	0.057	36	0.0456	6	0.3576	16.777	4.0137	7.2549
1.8	0.057	63	0.1026	7.9373	0.4685	16.942	5.1808	9.5812
1	0.035	35	0.035	5.9161	0.3275	18.066	3.2531	7.0652
1.4	0.035	38	0.049	6.1644	0.3663	16.829	4.0919	7.4498

LE	SSE	SF	VE	S	V	S-V	Δ	T
2.5	0.283	21	0.7075	4.5826	0.8912	5.1422	20.37	7.7097
4.1	0.238	101	0.9758	10.05	0.9919	10.132	17.723	13.53
2.8	0.145	70	0.406	8.3666	0.7407	11.296	12.373	10.966
2.8	0.264	66	0.7392	8.124	0.9043	8.9841	17.195	11.297
3.6	0.255	98	0.918	9.8995	0.9719	10.186	17.314	13.31
3	0.181	76	0.543	8.7178	0.816	10.684	14.13	11.581
2.7	0.196	53	0.5292	7.2801	0.809	8.9985	15.373	10.119
3.4	0.126	60	0.4284	7.746	0.7541	10.272	13.368	10.392
1.8	0.08	37	0.144	6.0828	0.5245	11.598	8.6029	7.9232
5.1	0.126	71	0.6426	8.4261	0.8631	9.763	15.74	11.455
4.2	0.119	67	0.4998	8.1854	0.7938	10.312	14.04	10.971
1.7	0.062	15	0.1054	3.873	0.4727	8.1929	9.3632	5.5318
1.5	0.091	65	0.1365	8.0623	0.5152	15.648	6.3641	9.8702
1.7	0.071	48	0.1207	6.9282	0.4945	14.009	6.9191	8.6636
1.9	0.353	90	0.6707	9.4868	0.8755	10.836	15.026	12.559
1.6	0.292	67	0.4672	8.1854	0.7761	10.546	13.547	10.909
2.3	0.332	65	0.7636	8.0623	0.9141	8.8199	17.533	11.27
2.1	0.075	62	0.1575	7.874	0.5404	14.571	7.2565	9.7702
3.3	0.221	63	0.7293	7.9373	0.9002	8.817	17.269	11.096
3.4	0.204	106	0.6936	10.296	0.8853	11.63	14.493	13.402
2.5	0.08	58	0.2	7.6158	0.5851	13.016	8.7675	9.6689
1.6	0.126	36	0.2016	6	0.5867	10.227	10.427	8.0586
2.1	0.075	47	0.1575	6.8557	0.5404	12.687	8.2748	8.7518
1.3	0.071	57	0.0923	7.5498	0.4523	16.693	5.1141	9.1369
1	0.062	35	0.062	5.9161	0.3962	14.934	5.1763	7.3062
4	0.126	80	0.504	8.9443	0.796	11.237	13.344	11.737
2.2	0.071	70	0.1562	8.3666	0.5389	15.526	6.7222	10.258
2	0.057	55	0.114	7.4162	0.4852	15.284	6.1703	9.1189
1.9	0.108	48	0.2052	6.9282	0.5901	11.74	9.5937	8.999
2.3	0.096	64	0.2208	8	0.6047	13.229	8.9321	10.122
1.9	0.342	59	0.6498	7.6811	0.8663	8.8669	16.575	10.721
3.1	0.238	50	0.7378	7.0711	0.9037	7.8246	18.232	10.242
2.7	0.159	71	0.4293	8.4261	0.7546	11.167	12.702	11.074
1	0.071	19	0.071	4.3589	0.4144	10.517	7.2456	5.8132
3.5	0.126	64	0.441	8	0.7614	10.507	13.318	10.672
3.6	0.126	58	0.4536	7.6158	0.7685	9.9093	13.904	10.313
1	0.057	12	0.057	3.4641	0.3852	8.9926	7.322	4.8158
2.4	0.126	82	0.3024	9.0554	0.6715	13.486	9.7461	11.412
0.5	0.057	11	0.0285	3.3166	0.3058	10.845	5.2463	4.3897
3.5	0.159	71	0.5565	8.4261	0.8227	10.242	14.609	11.313
4	0.159	73	0.636	8.544	0.8601	9.9337	15.539	11.562

CA2

LE	SSE	SF	VE	S	V	S-V	Δ	T
1,1	0,086	7	0,0946	2,6458	0,456	5,802	10,122	4,2459
1,6	0,042	31	0,0672	5,5678	0,4069	13,683	5,8261	6,9957
0,6	0,028	3	0,0168	1,7321	0,2565	6,7536	5,449	2,632
3,6	0,071	66	0,2556	8,124	0,6349	12,795	9,6537	10,352
1,1	0,066	4	0,0726	2	0,4175	4,79	9,691	3,4651
4,5	0,071	48	0,3195	6,9282	0,6839	10,131	12,221	9,328
2	0,057	48	0,114	6,9282	0,4852	14,278	6,6583	8,6309
1,9	0,042	20	0,0798	4,4721	0,4309	10,379	7,5928	5,9841
3,1	0,071	101	0,2201	10,05	0,6041	16,637	6,8643	12,17
2	0,049	33	0,098	5,7446	0,4614	12,45	7,1747	7,3636
1,3	0,139	58	0,1807	7,6158	0,5657	13,463	8,2231	9,6007
2,1	0,145	64	0,3045	8	0,673	11,887	10,845	10,362
2,5	0,102	73	0,255	8,544	0,6344	13,467	9,2198	10,77
4,7	0,049	88	0,2303	9,3808	0,6133	15,297	7,7904	11,533
0,3	0,045	4	0,0135	2	0,2385	8,3874	4,6767	2,8367
1,6	0,038	33	0,0608	5,7446	0,3936	14,595	5,2759	7,1257
3,3	0,08	77	0,264	8,775	0,6418	13,673	9,1952	11,027
2,3	0,053	45	0,1219	6,7082	0,4962	13,52	7,1848	8,4493
2,4	0,071	107	0,1704	10,344	0,5547	18,647	5,1883	12,291
1,2	0,057	37	0,0684	6,0828	0,4093	14,86	5,3785	7,5191
1,1	0,057	20	0,0627	4,4721	0,3976	11,247	6,6618	5,8675
1,9	0,132	69	0,2508	8,3066	0,6309	13,166	9,3592	10,521
2,2	0,096	49	0,2112	7	0,5958	11,748	9,6833	9,0908
2,6	0,066	63	0,1716	7,9373	0,556	14,275	7,6314	9,8883
1,2	0,045	20	0,054	4,4721	0,3783	11,82	6,1215	5,7997
1,8	0,126	30	0,2268	5,4772	0,6101	8,977	11,607	7,6182
2,6	0,057	59	0,1482	7,6811	0,5295	14,506	7,1458	9,5393
2,1	0,102	64	0,2142	8	0,5986	13,364	8,7618	10,101
2,5	0,062	50	0,155	7,0711	0,5375	13,155	7,979	8,9572
2	0,062	63	0,124	7,9373	0,499	15,906	6,035	9,6883
1,2	0,035	7	0,042	2,6458	0,348	7,6034	7,0974	3,8668
3,4	0,102	123	0,3468	11,091	0,7028	15,78	8,5885	13,557
3,2	0,102	114	0,3264	10,677	0,6888	15,501	8,6087	13,094
3,4	0,071	116	0,2414	10,77	0,6229	17,289	6,6722	12,956
1,9	0,045	33	0,0855	5,7446	0,4409	13,029	6,6008	7,2917
2,8	0,08	117	0,224	10,817	0,6076	17,802	6,1967	12,949
3,1	0,08	115	0,248	10,724	0,6286	17,061	6,8761	12,929
3,3	0,066	103	0,2178	10,149	0,602	16,86	6,7062	12,261
1,2	0,031	19	0,0372	4,3589	0,3342	13,043	4,9984	5,5316
4,2	0,071	66	0,2982	8,124	0,6684	12,155	10,59	10,469
3,3	0,071	52	0,2343	7,2111	0,6168	11,691	10,059	9,3754

CA3

LE	SSE	SF	VE	S	V	S-V	Δ	T
1,7	0,049	44	0,0833	6,6332	0,4371	15,176	5,6054	8,167
3,7	0,035	92	0,1295	9,5917	0,5063	18,946	4,584	11,368
4,7	0,035	99	0,1645	9,9499	0,5483	18,148	5,4013	11,874
2,2	0,045	73	0,099	8,544	0,463	18,455	4,419	10,169
6,7	0,035	105	0,2345	10,247	0,617	16,609	7,028	12,412
3	0,038	75	0,114	8,6603	0,4852	17,848	4,9262	10,363
1,8	0,049	43	0,0882	6,5574	0,4455	14,72	5,9164	8,1207
2,7	0,045	58	0,1215	7,6158	0,4956	15,366	6,2621	9,355
4,6	0,045	92	0,207	9,5917	0,5919	16,206	6,9804	11,668
4,5	0,08	119	0,36	10,909	0,7116	15,329	9,0167	13,406
4,5	0,08	126	0,36	11,225	0,7116	15,774	8,7004	13,722
2,9	0,049	58	0,1421	7,6158	0,5222	14,585	7,0051	9,4481
4,3	0,062	128	0,2666	11,314	0,6439	17,571	6,7152	13,573
3,2	0,045	95	0,144	9,7468	0,5245	18,583	4,9388	11,587
4,5	0,062	55	0,279	7,4162	0,6537	11,345	10,888	9,7101
2,4	0,062	57	0,1488	7,5498	0,5302	14,238	7,297	9,4105
0,8	0,053	14	0,0424	3,7417	0,3491	10,719	6,0323	4,9665
4,1	0,086	103	0,3526	10,149	0,7067	14,361	9,6392	12,629
3,8	0,062	148	0,2356	12,166	0,6179	19,688	5,1363	14,334
4,5	0,049	141	0,2205	11,874	0,6044	19,645	5,0501	13,995
2,3	0,045	47	0,1035	6,8557	0,4699	14,591	6,3006	8,5044
3,9	0,035	96	0,1365	9,798	0,5152	19,017	4,6284	11,606
4,5	0,063	118	0,2835	10,863	0,6572	16,529	7,5389	13,169
5,7	0,042	105	0,2394	10,247	0,6212	16,495	7,1473	12,427
3,7	0,049	74	0,1813	8,6023	0,5663	15,19	7,2541	10,589
2,4	0,049	74	0,1176	8,6023	0,4903	17,546	5,1256	10,323
2,4	0,049	35	0,1176	5,9161	0,4903	12,067	7,8118	7,6365
3,9	0,049	94	0,1911	9,6954	0,5763	16,823	6,4415	11,718
3,8	0,042	102	0,1596	10,1	0,5428	18,608	5,0978	12,004
2,8	0,028	36	0,0784	6	0,4284	14,007	5,994	7,5031
4,1	0,028	54	0,1148	7,3485	0,4864	15,109	6,2697	9,0551
4,2	0,028	75	0,1176	8,6603	0,4903	17,664	5,0676	10,381
3,7	0,028	75	0,1036	8,6603	0,47	18,425	4,5003	10,31
3,2	0,049	35	0,1568	5,9161	0,5396	10,964	9,192	7,8094
1,5	0,035	34	0,0525	5,831	0,3748	15,557	4,6638	7,1462
1,6	0,031	31	0,0496	5,5678	0,3678	15,139	4,7302	6,8583
1,4	0,031	16	0,0434	4	0,3518	11,37	5,8501	5,2344
1,2	0,025	27	0,03	5,1962	0,3111	16,703	3,5143	6,2878
2,5	0,042	84	0,105	9,1652	0,4721	19,413	4,0543	10,822
1,65	0,031	35	0,0512	5,9161	0,3716	15,922	4,488	7,2199
0,8	0,049	15	0,0392	3,873	0,3401	11,389	5,6489	5,0663

IS1j

LE	SSE	SF	VE	S	V	S-V	Δ	T
0,6	0,042	7	0,0252	2,6458	0,2935	9,0133	5,5734	3,7013
0,6	0,042	9	0,0252	3	0,2935	10,22	5,2191	4,0556
0,8	0,042	10	0,0336	3,1623	0,3231	9,7888	5,8831	4,324
0,7	0,042	20	0,0294	4,4721	0,309	14,473	4,1799	5,5833
0,6	0,042	11	0,0252	3,3166	0,2935	11,299	4,9025	4,3722
0,9	0,042	16	0,0378	4	0,336	11,906	5,4073	5,2082
0,5	0,042	19	0,021	4,3589	0,2762	15,779	3,376	5,3523
0,5	0,042	26	0,021	5,099	0,2762	18,458	2,6359	6,0924
0,5	0,096	56	0,048	7,4833	0,3638	20,57	2,7029	8,7915
0,5	0,096	39	0,048	6,245	0,3638	17,166	3,9412	7,5532
0,4	0,023	3	0,0092	1,7321	0,2099	8,2531	4,1442	2,4867
0,5	0,023	3	0,0115	1,7321	0,2261	7,6621	4,5975	2,5449
0,5	0,023	2	0,0115	1,4142	0,2261	6,2561	4,9153	2,2271
0,35	0,023	5	0,0081	2,2361	0,2007	11,139	3,3846	2,9579
0,4	0,023	4	0,0092	2	0,2099	9,5299	3,8762	2,7547
0,4	0,023	7	0,0092	2,6458	0,2099	12,607	3,2305	3,4004
0,4	0,023	7	0,0092	2,6458	0,2099	12,607	3,2305	3,4004
0,4	0,023	3	0,0092	1,7321	0,2099	8,2531	4,1442	2,4867
0,4	0,023	8	0,0092	2,8284	0,2099	13,477	3,0478	3,5831
0,5	0,025	6	0,0125	2,4495	0,2324	10,539	4,0582	3,2853
0,5	0,025	4	0,0125	2	0,2324	8,6052	4,5077	2,8358
0,3	0,025	7	0,0075	2,6458	0,1961	13,494	2,844	3,3508
0,5	0,025	9	0,0125	3	0,2324	12,908	3,5077	3,8358
0,5	0,025	10	0,0125	3,1623	0,2324	13,606	3,3454	3,9981
0,5	0,025	14	0,0125	3,7417	0,2324	16,099	2,7661	4,5774
0,5	0,025	18	0,0125	4,2426	0,2324	18,254	2,2651	5,0784
0,6	0,025	33	0,015	5,7446	0,247	23,26	1,1705	6,6327
1	0,025	38	0,025	6,1644	0,2928	21,056	2,0329	7,2172
0,65	0,023	2	0,015	1,4142	0,2467	5,7327	5,4932	2,3013
0,4	0,023	2	0,0092	1,4142	0,2099	6,7387	4,462	2,1689
0,3	0,023	4	0,0069	2	0,1907	10,488	3,3394	2,6857
0,4	0,023	7	0,0092	2,6458	0,2099	12,607	3,2305	3,4004
0,25	0,031	7	0,0078	2,6458	0,1982	13,348	2,9043	3,3585
0,3	0,031	10	0,0093	3,1623	0,2106	15,014	2,7352	3,9197
0,3	0,031	12	0,0093	3,4641	0,2106	16,447	2,4333	4,2215
0,2	0,053	10	0,0106	3,1623	0,22	14,374	2,9978	3,9534
0,2	0,053	9	0,0106	3	0,22	13,636	3,1601	3,7911
0,7	0,096	52	0,0672	7,2111	0,4069	17,721	4,1828	8,6744
0,7	0,096	74	0,0672	8,6023	0,4069	21,14	2,7916	10,066
0,5	0,096	55	0,048	7,4162	0,3638	20,386	2,77	8,7244

IS1r

LE	SSE	SF	VE	S	V	S-V	Δ	T
8,8	0,283	436	2,4904	20,881	1,3551	15,409	17,061	25,753
2,8	0,283	274	0,7924	16,553	0,9254	17,887	9,3594	19,881
3	0,283	282	0,849	16,793	0,9469	17,734	9,7217	20,198
6	0,283	459	1,698	21,424	1,1928	17,961	11,974	25,714
11,8	0,283	569	3,3394	23,854	1,4941	15,965	17,981	29,227
18,3	0,385	301	7,0455	17,349	1,9158	9,0558	36,294	24,239
18,8	0,385	589	7,238	24,269	1,9331	12,555	29,857	31,221
31,5	0,385	566	12,128	23,791	2,2956	10,364	40,486	32,046
15,3	0,332	207	5,0796	14,387	1,7181	8,3742	33,719	20,566
10,3	0,332	284	3,4196	16,852	1,506	11,19	25,315	22,268
7,3	0,332	404	2,4236	20,1	1,3428	14,968	17,5	24,929
5	0,332	283	1,66	16,823	1,1838	14,21	16,325	21,08
18,7	0,385	390	7,1995	19,748	1,9297	10,234	34,282	26,687
18	0,385	482	6,93	21,954	1,9053	11,523	31,394	28,806
12,6	0,385	397	4,851	19,925	1,6919	11,776	27,449	26,009
15	0,503	737	7,545	27,148	1,96	13,851	27,733	34,196
20,5	0,503	320	10,312	17,889	2,1749	8,2251	43,008	25,709
18,5	0,503	651	9,3055	25,515	2,1018	12,139	33,336	33,073
16,5	0,503	444	8,2995	21,071	2,0232	10,415	35,579	28,347
20,5	0,302	283	6,191	16,823	1,8351	9,1672	34,56	23,422
11,5	0,302	312	3,473	17,664	1,5138	11,669	24,722	23,107
5	0,302	320	1,51	17,889	1,1471	15,595	14,23	22,013
8,8	0,229	223	2,0152	14,933	1,2628	11,825	20,425	19,474
5,8	0,229	205	1,3282	14,318	1,0991	13,027	16,458	18,27
13	0,229	306	2,977	17,493	1,438	12,164	22,772	22,664
18	0,229	302	4,122	17,378	1,6026	10,844	27,495	23,141
6,5	0,332	328	2,158	18,111	1,2919	14,018	18,063	22,757
10	0,332	347	3,32	18,628	1,4912	12,492	23,126	23,99
13	0,332	331	4,316	18,193	1,6274	11,18	27,373	24,045
8,2	0,332	281	2,7224	16,763	1,3959	12,009	22,321	21,783
17,5	0,332	413	5,81	20,322	1,7967	11,311	29,985	26,783
15	0,332	378	4,98	19,442	1,7068	11,391	28,348	25,58
13,3	0,332	409	4,4156	20,224	1,6398	12,333	25,69	26,12
6	0,246	347	1,476	18,628	1,1384	16,363	13,248	22,722
5,5	0,246	340	1,353	18,439	1,1059	16,673	12,527	22,416
9,5	0,246	401	2,337	20,025	1,3267	15,094	17,122	24,796
14,2	0,159	201	2,2578	14,177	1,3115	10,81	22,545	18,894
7,8	0,159	193	1,2402	13,892	1,0743	12,931	16,188	17,756
4,6	0,159	217	0,7314	14,731	0,9011	16,348	10,499	17,971
2,6	0,159	195	0,4134	13,964	0,7452	18,74	6,9003	16,644

IS2-3

LE	SSE	SF	VE	S	V	S/V	Δ	T
7,5	0,119	307	0,8925	17,521	0,9628	18,198	9,438	20,984
8,6	0,119	312	1,0234	17,664	1,0077	17,528	10,553	21,287
5,8	0,071	163	0,4118	12,767	0,7442	17,155	8,0705	15,443
3,4	0,132	317	0,4488	17,804	0,7658	23,249	3,6388	20,558
4,3	0,08	199	0,344	14,107	0,7009	20,126	5,5193	16,627
4,2	0,119	211	0,4998	14,526	0,7938	18,3	7,6999	17,38
2,3	0,119	259	0,2737	16,093	0,6495	24,776	2,0939	18,429
2,4	0,071	60	0,1704	7,746	0,5547	13,964	7,7864	9,7408
4,5	0,108	350	0,486	18,708	0,7864	23,789	3,3112	21,536
5	0,108	142	0,54	11,916	0,8145	14,63	10,889	14,845
1,8	0,091	175	0,1638	13,229	0,5475	24,163	2,1006	15,197
2,6	0,091	270	0,2366	16,432	0,6188	26,554	0,8946	18,657
2,4	0,091	98	0,2184	9,8995	0,6025	16,43	6,9711	12,066
5	0,126	271	0,63	16,462	0,8574	19,2	7,545	19,545
5,5	0,126	342	0,693	18,493	0,885	20,895	6,288	21,676
3	0,126	134	0,378	11,576	0,7233	16,005	8,6759	14,177
5,8	0,126	335	0,7308	18,303	0,9008	20,318	6,9204	21,542
5,5	0,126	107	0,693	10,344	0,885	11,688	14,437	13,527
5,3	0,145	347	0,7685	18,628	0,9161	20,335	7,0215	21,922
5	0,145	165	0,725	12,845	0,8984	14,297	12,311	16,076
4,1	0,152	388	0,6232	19,698	0,8543	23,057	4,2227	22,77
7,3	0,152	430	1,1096	20,736	1,0352	20,031	8,2502	24,459
4,5	0,152	398	0,684	19,95	0,8812	22,64	4,7236	23,119
6,1	0,152	198	0,9272	14,071	0,9751	14,43	13,233	17,578
2,5	0,096	239	0,24	15,46	0,6217	24,865	1,9492	17,695
3,3	0,096	264	0,3168	16,248	0,682	23,825	2,8469	18,7
3,3	0,096	129	0,3168	11,358	0,682	16,655	7,7372	13,81
2	0,126	285	0,252	16,882	0,6319	26,715	0,812	19,154
2,3	0,126	199	0,2898	14,107	0,662	21,308	4,4302	16,487
1,5	0,126	236	0,189	15,362	0,5742	26,754	0,7153	17,427
2,5	0,126	84	0,315	9,1652	0,6807	13,465	9,8936	11,613
9	0,126	299	1,134	17,292	1,0428	16,582	11,906	21,041
8	0,126	280	1,008	16,733	1,0027	16,689	11,341	20,339
6,3	0,126	176	0,7938	13,266	0,926	14,327	12,661	16,596
7	0,119	319	0,833	17,861	0,941	18,981	8,4865	21,244
7	0,119	335	0,833	18,303	0,941	19,451	8,0441	21,687
6,3	0,119	76	0,7497	8,7178	0,9085	9,5955	16,721	11,985
9,1	0,159	317	1,4469	17,804	1,1309	15,744	13,861	21,871
13,2	0,159	312	2,0988	17,664	1,28	13,799	18,177	22,266
2	0,159	228	0,318	15,1	0,6828	22,114	4,0194	17,555

IS6

LE	SSE	SF	VE	S	V	S/V	Δ	T
2,5	0,159	223	0,3975	14,933	0,7355	20,304	5,6607	17,578
1,6	0,159	231	0,2544	15,199	0,6339	23,976	2,5512	17,478
3,5	0,159	160	0,5565	12,649	0,8227	15,375	10,386	15,608
4,3	0,204	227	0,8772	15,067	0,9573	15,738	11,738	18,509
2	0,204	261	0,408	16,155	0,7419	21,776	4,6179	18,823
2,7	0,204	209	0,5508	14,457	0,8199	17,633	8,4998	17,405
3,6	0,204	78	0,7344	8,8318	0,9023	9,7879	16,433	12,076
3,8	0,173	299	0,6574	17,292	0,8696	19,884	7,0582	20,419
2	0,173	235	0,346	15,33	0,7023	21,828	4,3342	17,855
2,3	0,173	198	0,3979	14,071	0,7357	19,125	6,5295	16,717
4,8	0,173	88	0,8304	9,3808	0,94	9,9797	16,939	12,761
1,5	0,126	153	0,189	12,369	0,5742	21,542	3,7082	14,434
1,3	0,126	205	0,1638	14,318	0,5475	26,152	1,0116	16,287
2,2	0,126	164	0,2772	12,806	0,6523	19,632	5,4583	15,152
3,2	0,126	44	0,4032	6,6332	0,739	8,9761	14,058	9,2907
4	0,196	343	0,784	18,52	0,9222	20,084	7,3003	21,836
4	0,196	215	0,784	14,663	0,9222	15,901	11,158	17,979
7,2	0,196	309	1,4112	17,578	1,1215	15,674	13,825	21,611
8,8	0,196	71	1,7248	8,4261	1,199	7,0274	25,147	12,738
1,8	0,196	242	0,3528	15,556	0,7068	22,008	4,2354	18,098
1,8	0,196	237	0,3528	15,395	0,7068	21,779	4,397	17,937
4,1	0,196	129	0,8036	11,358	0,9298	12,216	14,676	14,701
2,6	0,196	218	0,5096	14,765	0,7989	18,481	7,6051	17,638
2,5	0,196	227	0,49	15,067	0,7886	19,106	7,0132	17,902
4,9	0,196	108	0,9604	10,392	0,9866	10,533	17,233	13,94
2,6	0,159	226	0,4134	15,033	0,7452	20,175	5,8313	17,713
2,2	0,159	114	0,3498	10,677	0,7048	15,148	9,0585	13,212
2	0,159	243	0,318	15,588	0,6828	22,829	3,5306	18,044
2	0,159	25	0,318	5	0,6828	7,3225	14,119	7,4554
3,6	0,189	181	0,6804	13,454	0,8797	15,294	11,177	16,617
2,6	0,189	228	0,4914	15,1	0,7893	19,13	7,001	17,938
1,8	0,189	266	0,3402	16,31	0,6983	23,355	3,244	18,821
3,1	0,189	195	0,5859	13,964	0,8369	16,685	9,4696	16,974
2,4	0,189	86	0,4536	9,2736	0,7685	12,066	12,246	12,037
7	0,189	208	1,323	14,422	1,0977	13,139	16,313	18,369
7	0,189	219	1,323	14,799	1,0977	13,482	15,937	18,746
4,2	0,189	210	0,7938	14,491	0,926	15,65	11,436	17,821
6	0,189	244	1,134	15,62	1,0428	14,98	13,577	19,37
2,5	0,189	268	0,4725	16,371	0,7791	21,013	5,4432	19,172
2,8	0,189	230	0,5292	15,166	0,809	18,746	7,4871	18,075

LM1j

LE	SSE	SF	VE	S	V	S/V	Δ	T
1,7	0,031	35	0,0527	5,9161	0,3753	15,764	6,5933	7,0419
2,5	0,042	38	0,105	6,1644	0,4721	13,057	9,5729	7,5808
2,5	0,049	53	0,1225	7,2801	0,497	14,648	9,2861	8,7711
2,2	0,049	26	0,1078	5,099	0,4763	10,706	10,777	6,5279
3,3	0,108	185	0,3564	13,601	0,7092	19,177	10,04	15,729
5,8	0,108	158	0,6264	12,57	0,8558	14,688	15,955	15,137
5,8	0,108	133	0,6264	11,533	0,8558	13,476	16,992	14,1
4	0,066	91	0,264	9,5394	0,6418	14,864	11,853	11,465
4,8	0,066	73	0,3168	8,544	0,682	12,529	14,188	10,59
3,8	0,066	100	0,2508	10	0,6309	15,85	11,031	11,893
3,9	0,066	92	0,2574	9,5917	0,6364	15,072	11,622	11,501
4	0,057	80	0,228	8,9443	0,6112	14,634	11,429	10,778
3,3	0,062	90	0,2046	9,4868	0,5896	16,091	10,165	11,256
3,5	0,062	85	0,217	9,2195	0,6012	15,334	10,821	11,023
1,3	0,031	14	0,0403	3,7417	0,3432	10,902	7,6987	4,7713
3	0,045	42	0,135	6,4807	0,5133	12,625	10,63	8,0207
2,6	0,045	21	0,117	4,5826	0,4894	9,3628	11,732	6,0509
0,2	0,031	17	0,0062	4,1231	0,184	22,406	2,0109	4,6752
1,6	0,031	16	0,0496	4	0,3678	10,876	8,2594	5,1034
4,7	0,086	68	0,4042	8,2462	0,7396	11,15	16,407	10,465
3,9	0,086	74	0,3354	8,6023	0,695	12,377	14,566	10,687
2,5	0,045	56	0,1575	7,4833	0,5404	13,848	10,529	9,1044
3,7	0,045	55	0,1665	7,4162	0,5505	13,473	10,933	9,0676
3,5	0,045	32	0,1575	5,6569	0,5404	10,468	12,355	7,278
4,8	0,045	102	0,216	10,1	0,6003	16,824	9,9105	11,9
4,2	0,045	82	0,189	9,0554	0,5742	15,77	10,084	10,778
2,8	0,062	80	0,1736	8,9443	0,5582	16,024	9,6614	10,619
2,6	0,062	88	0,1612	9,3808	0,5446	17,226	8,7713	11,015
3,4	0,066	112	0,2244	10,583	0,608	17,407	9,6829	12,407
2,6	0,066	89	0,1716	9,434	0,556	16,967	9,1	11,102
2,5	0,049	74	0,1225	8,6023	0,497	17,309	7,9639	10,093
2,3	0,049	84	0,1127	9,1652	0,4834	18,96	6,9474	10,615
2,7	0,045	36	0,1215	6	0,4956	12,106	10,521	7,4869
2,3	0,045	27	0,1035	5,1962	0,4699	11,059	10,466	6,6058
1,3	0,025	10	0,0325	3,1623	0,3195	9,8979	7,4873	4,1207
0,7	0,031	6	0,0217	2,4495	0,2793	8,7707	6,8598	3,2873
4,6	0,075	121	0,345	11	0,7016	15,678	12,387	13,105
4	0,075	136	0,3	11,662	0,6697	17,414	10,661	13,671
4,1	0,096	152	0,3936	12,329	0,7331	16,818	12,107	14,528
3,2	0,096	125	0,3072	11,18	0,675	16,563	11,32	13,205

LM1p

LE	SSE	SF	VE	S	V	S/V	Δ	T
9	0,196	719	1,764	26,814	1,208	22,196	13,454	30,438
8,2	0,196	485	1,6072	22,023	1,1712	18,804	17,016	25,536
7	0,196	447	1,372	21,142	1,1111	19,029	15,893	24,476
9	0,196	375	1,764	19,365	1,208	16,03	20,903	22,989
7,3	0,407	652	2,9711	25,534	1,4371	17,768	22,368	29,846
9,8	0,407	861	3,9886	29,343	1,5852	18,511	23,495	34,098
9,3	0,407	753	3,7851	27,441	1,5578	17,616	24,484	32,114
8,5	0,181	525	1,5385	22,913	1,1543	19,851	15,562	26,376
7,4	0,181	477	1,3394	21,84	1,1022	19,815	14,899	25,147
6,2	0,181	377	1,1222	19,416	1,0391	18,685	15,221	22,534
8,5	0,166	453	1,411	21,284	1,1215	18,978	16,099	24,648
9,5	0,166	423	1,577	20,567	1,1638	17,672	18,225	24,058
9,4	0,166	237	1,5604	15,395	1,1597	13,275	23,262	18,874
9,2	0,152	566	1,3984	23,791	1,1181	21,277	13,48	27,145
9,2	0,152	430	1,3984	20,736	1,1181	18,546	16,534	24,091
9,4	0,332	731	3,1208	27,037	1,4608	18,508	21,656	31,419
8,8	0,332	620	2,9216	24,9	1,4291	17,424	22,735	29,187
9,6	0,332	653	3,1872	25,554	1,4711	17,371	23,482	29,967
9,8	0,332	592	3,2536	24,331	1,4812	16,426	25,042	28,775
5,8	0,126	454	0,7308	21,307	0,9008	23,653	8,7202	24,01
5,7	0,126	428	0,7182	20,688	0,8956	23,099	9,1659	23,375
5,3	0,189	531	1,9017	23,043	1,0006	23,03	10,308	26,045
7,8	0,189	608	1,4742	24,658	1,138	21,668	13,274	28,072
7,3	0,189	391	1,3797	19,774	1,1131	17,764	17,33	23,113
5,3	0,155	612	0,8215	24,739	0,9366	26,413	6,4818	27,548
7,5	0,255	724	1,9125	26,907	1,241	21,682	14,459	30,63
8,2	0,255	423	2,091	20,567	1,2784	16,088	22,047	24,402
7,8	0,264	474	2,0592	21,772	1,2719	17,117	20,626	25,587
8,2	0,264	548	2,1648	23,409	1,2933	18,101	19,7	27,289
8,9	0,264	387	2,3436	19,672	1,329	14,802	24,629	23,659
4,5	0,173	398	0,7785	19,698	0,92	21,41	10,969	22,458
5	0,173	428	0,865	20,688	0,9529	21,712	11,073	23,547
11,3	0,173	484	1,9549	22	1,2501	17,599	19,67	25,75
13	0,173	468	2,249	21,633	1,3098	16,516	22,027	25,563
13,5	0,173	423	2,3355	20,567	1,3264	15,506	23,646	24,546
6,2	0,173	471	1,0726	21,703	1,0236	21,202	12,418	24,773
10,4	0,173	645	1,7992	25,417	1,216	20,901	15,117	29,065
12	0,173	671	2,076	25,904	1,2754	20,311	16,608	29,73
8,3	0,229	589	1,9007	24,269	1,2384	19,597	17,012	27,985
10,5	0,229	697	2,4045	25,401	1,3393	19,712	18,242	30,419

LM5

LE	SSE	SF	VE	S	V	S/V	Δ	T
8	0,096	346	0,768	18,601	0,9159	20,31	11,927	21,349
8	0,096	261	0,768	16,155	0,9159	17,64	14,373	18,903
7,3	0,096	265	0,7008	16,279	0,8883	18,325	13,332	18,944
10	0,075	158	0,75	12,57	0,9086	13,834	17,718	15,296
5	0,075	161	0,375	12,689	0,7214	17,59	11,357	14,853
5,8	0,075	113	0,435	10,63	0,7579	14,026	14,633	12,904
1,7	0,066	162	0,1122	12,728	0,4827	26,37	3,3608	14,176
6,3	0,066	180	0,4158	13,416	0,7466	17,97	11,47	15,656
5,1	0,066	128	0,3366	11,314	0,6959	16,258	11,882	13,401
7	0,066	243	0,462	15,588	0,7733	20,159	10,187	17,908
4,9	0,066	203	0,3234	14,248	0,6867	20,749	8,6407	16,308
3,8	0,102	329	0,3876	18,138	0,7293	24,869	6,1728	20,326
4,4	0,102	237	0,4488	15,395	0,7658	20,102	10,133	17,692
2,7	0,066	132	0,1782	11,489	0,5631	20,405	7,2792	13,178
3	0,066	152	0,198	12,329	0,5832	21,141	7,1097	14,078
2,5	0,066	111	0,165	10,536	0,5488	19,197	7,7578	12,182
7	0,145	289	1,015	16,733	1,095	16,65	16,765	19,748
5,2	0,145	423	0,754	20,567	0,9103	22,595	9,7747	23,298
3,4	0,145	195	0,493	13,964	0,7902	17,673	12,374	16,335
4,2	0,145	243	0,609	15,588	0,8478	18,388	12,67	18,132
3	0,053	175	0,159	13,229	0,5421	24,404	4,8405	14,855
2,5	0,053	142	0,1325	11,916	0,5101	23,359	5,0885	13,447
3,2	0,096	305	0,3072	17,464	0,675	25,873	5,0359	19,489
2,6	0,096	271	0,2496	16,462	0,6299	26,134	4,5349	18,352
2,8	0,096	290	0,2688	17,029	0,6457	26,375	4,4922	18,966
2,8	0,071	305	0,1988	17,464	0,5839	29,907	2,0004	19,216
3,3	0,071	278	0,2343	16,673	0,6168	27,033	3,886	18,524
3,9	0,057	149	0,2223	12,207	0,6061	20,14	7,996	14,025
3,8	0,057	167	0,2166	12,923	0,6009	21,507	7,1057	14,725
3,8	0,062	182	0,2356	13,491	0,6179	21,832	7,1065	15,345
3,2	0,062	155	0,1984	12,45	0,5836	21,335	7,0017	14,201
4,4	0,108	239	0,4752	15,46	0,7805	19,806	10,558	17,801
4	0,108	305	0,432	17,464	0,7562	23,096	7,741	19,733
4,3	0,108	308	0,4644	17,55	0,7746	22,657	8,2697	19,874
3,9	0,108	241	0,4212	15,524	0,7498	20,704	9,4694	17,774
5	0,108	215	0,54	14,663	0,8145	18,002	12,487	17,106
4	0,108	218	0,432	14,765	0,7562	19,526	10,44	17,033
2,1	0,071	164	0,1491	12,806	0,5306	24,135	4,8803	14,398
3,7	0,071	130	0,2627	11,402	0,6407	17,795	9,956	13,324
3,7	0,071	122	0,2627	11,045	0,6407	17,239	10,312	12,968

LM8

LE	SSE	SF	VE	S	V	S/V	Δ	T
5,3	0,126	477	0,6678	21,84	0,8742	24,983	7,2991	24,463
5,5	0,126	544	0,693	23,324	0,885	26,353	6,1773	25,979
7	0,126	673	0,882	25,942	0,959	27,05	6,0258	28,819
6,8	0,126	642	0,8568	25,338	0,9498	26,676	6,3232	28,187
3	0,108	326	0,324	18,055	0,6871	26,278	4,8472	20,117
2,7	0,108	330	0,2916	18,166	0,6634	27,383	3,9471	20,156
3,3	0,196	492	0,6468	22,181	0,8649	25,645	6,65	24,776
2,5	0,196	555	0,49	23,558	0,7886	29,875	2,7267	25,924
3	0,196	312	0,588	17,664	0,8379	21,08	10,267	20,177
4,8	0,332	592	1,5936	24,331	1,1679	20,834	14,597	27,835
4,2	0,332	627	1,3944	25,04	1,1171	22,416	12,195	28,391
5,2	0,332	442	1,7264	21,024	1,1994	17,528	18,956	24,622
2,8	0,166	260	0,4648	16,125	0,7748	20,811	9,7025	18,449
3	0,166	463	0,498	21,517	0,7928	27,14	4,9098	23,896
3	0,159	351	0,477	18,735	0,7815	23,972	7,3158	21,08
3,2	0,159	447	0,5088	21,142	0,7985	26,477	5,4743	23,538
3	0,159	343	0,477	18,52	0,7815	23,697	7,5305	20,865
3	0,166	337	0,498	18,358	0,7928	23,155	8,0697	20,736
2,3	0,166	395	0,3818	19,875	0,7257	27,387	4,3148	22,052
0,9	0,086	61	0,0774	7,8102	0,4265	18,311	6,4073	9,0898
1,4	0,086	178	0,1204	13,342	0,4941	27	3,1295	14,824
1,5	0,096	167	0,144	12,923	0,5245	24,639	4,5599	14,496
1,3	0,096	104	0,1248	10,198	0,5001	20,393	6,4711	11,698
2,6	0,108	247	0,2808	15,716	0,6551	23,99	6,1206	17,682
2,5	0,108	261	0,27	16,155	0,6466	24,985	5,398	18,095
2,4	0,108	307	0,2592	17,521	0,6379	27,468	3,7411	19,435
3	0,108	267	0,324	16,34	0,6871	23,782	6,5625	18,401
2,3	0,091	411	0,2093	20,273	0,594	34,128	-0,472	22,055
2	0,091	234	0,182	15,297	0,567	26,978	3,6037	16,998
4	0,108	205	0,432	14,318	0,7562	18,935	10,887	16,586
4,8	0,108	162	0,5184	12,728	0,8035	15,841	14,055	15,138
4	0,108	149	0,432	12,207	0,7562	16,143	12,999	14,475
3,4	0,102	230	0,3468	15,166	0,7028	21,578	8,2615	17,274
2,2	0,102	264	0,2244	16,248	0,608	26,725	4,0178	18,072
2,4	0,102	221	0,2448	14,866	0,6259	23,753	5,9956	16,744
2,9	0,102	160	0,2958	12,649	0,6666	18,977	9,5695	14,649
2,4	0,102	249	0,2448	15,78	0,6259	25,213	5,0819	17,657
2,5	0,102	229	0,255	15,133	0,6344	23,853	6,0144	17,036
2,3	0,08	331	0,184	18,193	0,5691	31,969	0,7762	19,901
3,2	0,08	251	0,256	7,843	0,6352	24,04	5,3318	17,749

LM9

LE	SSE	SF	VE	S	V	S/V	Δ	T
2.4	0.181	509	0.4344	22.561	0.7576	29.781	2.6907	24.834
2.3	0.181	388	0.4163	19.698	0.7469	26.373	5.1987	21.938
2.1	0.181	335	0.3801	18.303	0.7246	25.259	5.8505	20.477
2.1	0.181	286	0.3801	16.912	0.7246	23.339	7.242	19.085
1.5	0.086	174	0.129	13.191	0.5056	26.088	3.663	14.708
1.4	0.086	164	0.1204	12.806	0.4941	25.916	3.6649	14.289
1.9	0.108	275	0.2052	16.583	0.5901	28.1	3.088	18.354
1.5	0.108	216	0.162	14.697	0.5455	26.944	3.4851	16.333
1.5	0.108	171	0.162	13.077	0.5455	23.973	5.1054	14.713
1.8	0.108	291	0.1944	17.059	0.5796	29.431	2.2614	18.798
1.6	0.108	284	0.1728	16.852	0.5573	30.238	1.7247	18.524
2.7	0.196	324	0.5292	18	0.809	22.249	8.9674	20.427
2	0.102	159	0.204	12.61	0.589	21.409	7.0232	14.376
1.6	0.102	234	0.1632	15.297	0.5468	27.975	2.9297	16.937
3.6	0.102	230	0.3672	15.166	0.7163	21.171	8.7116	17.315
1.3	0.071	160	0.0923	12.649	0.4523	27.967	2.4269	14.006
1.5	0.071	153	0.1065	12.369	0.4744	26.076	3.4425	13.792
1.2	0.071	147	0.0852	12.124	0.4404	27.531	2.5551	13.446
1.5	0.132	248	0.198	15.748	0.5832	27.005	3.6905	17.498
1.6	0.132	179	0.2112	13.379	0.5958	22.455	6.4817	15.167
1.7	0.132	236	0.2244	15.362	0.608	25.268	4.9036	17.186
1.3	0.132	216	0.1716	14.697	0.556	26.432	3.837	16.365
1.8	0.108	256	0.1944	16	0.5796	27.605	3.3201	17.739
1.9	0.108	242	0.2052	15.556	0.5901	26.36	4.1148	17.327
1.5	0.108	196	0.162	14	0.5455	25.666	4.1821	15.636
2	0.152	377	0.304	19.416	0.6727	28.865	3.0054	21.434
1.8	0.152	234	0.2736	15.297	0.6495	23.553	6.3518	17.245
1.9	0.152	258	0.2888	16.062	0.6613	24.29	5.9797	18.046
1.8	0.152	315	0.2736	17.748	0.6495	27.327	3.9006	19.697
2.4	0.145	462	0.348	21.494	0.7036	30.547	1.96	23.605
2.7	0.145	401	0.3915	20.025	0.7318	27.365	4.3674	22.22
2.2	0.145	354	0.319	18.815	0.6835	27.526	3.9695	20.865
1.8	0.145	268	0.261	16.371	0.6394	25.605	4.9409	18.289
1.5	0.096	216	0.144	14.697	0.5245	28.022	2.7858	16.27
1.5	0.096	156	0.144	12.49	0.5245	23.814	4.9927	14.063
1.6	0.096	210	0.1536	14.491	0.5359	27.042	3.3711	16.099
1.9	0.113	298	0.2147	17.263	0.5991	28.814	2.7072	19.06
2.1	0.113	313	0.2373	17.692	0.6194	28.563	2.9548	19.55
2.4	0.113	352	0.2712	18.762	0.6476	28.972	2.8237	20.704
1.7	0.113	234	0.1921	15.297	0.5773	20.407	3.9467	17.029

MA1j

LE	SSE	SF	VE	S	V	S/V	Δ	T
1,8	0,031	14	0,0558	0,7417	0,3825	9,7822	15,383	1,517
2,1	0,031	8	0,0651	2,8284	0,4026	7,0246	17,304	3,6446
2,7	0,031	16	0,0837	4	0,4378	9,1358	17,89	4,8874
1,3	0,031	10	0,0403	3,1623	0,3432	9,2137	13,998	3,858
1,6	0,031	20	0,0496	4,4721	0,3678	12,16	13,917	5,2176
2,1	0,025	19	0,0525	4,3589	0,3748	11,63	14,382	5,1186
1,6	0,025	17	0,04	4,1231	0,3424	12,043	12,995	4,8171
2,2	0,025	15	0,055	3,873	0,3807	10,174	15,16	4,6446
1,3	0,025	7	0,0325	2,6458	0,3195	8,2812	13,329	3,2934
0,5	0,025	7	0,0125	2,6458	0,2324	11,384	8,9752	3,1169
1,3	0,025	8	0,0325	2,8284	0,3195	8,8529	13,146	3,476
1,1	0,025	14	0,0275	3,7417	0,3022	12,381	11,368	4,3542
0,5	0,025	8	0,0125	2,8284	0,2324	12,17	8,7925	3,2995
1,5	0,023	10	0,0345	3,1623	0,3259	9,703	13,133	3,8229
1,4	0,023	8	0,0322	2,8284	0,3185	8,8803	13,097	3,474
1,8	0,023	7	0,0414	2,6458	0,3463	7,6399	14,67	3,3477
0,6	0,023	7	0,0138	2,6458	0,2402	11,015	9,3644	3,1326
0,8	0,025	13	0,02	3,6056	0,2718	13,266	9,9842	4,1565
1,8	0,025	12	0,045	3,4641	0,3561	9,7291	14,339	4,1858
2	0,025	18	0,05	4,2426	0,3688	11,505	14,196	4,9901
1,5	0,025	9	0,0375	3	0,3351	8,953	13,754	3,6792
0,7	0,028	12	0,0196	3,4641	0,27	12,831	10,035	4,0113
1,7	0,028	17	0,0476	4,1231	0,3628	11,365	14,016	4,8585
1,3	0,028	19	0,0364	4,3589	0,3318	13,138	12,23	5,0314
1,5	0,028	13	0,042	3,6056	0,348	10,362	13,793	4,3109
2	0,028	9	0,056	3	0,383	7,8338	16,148	3,7762
2	0,028	30	0,056	5,4772	0,383	14,303	13,67	6,2535
1,5	0,028	33	0,042	5,7446	0,348	16,509	11,654	6,4499
1,1	0,028	21	0,0308	4,5826	0,3138	14,602	11,109	5,2187
1,2	0,028	22	0,0336	4,6904	0,3231	14,519	11,462	5,3452
1	0,145	11	0,145	3,3166	0,5257	6,309	22,968	4,3822
0,9	0,023	16	0,0207	4	0,2749	14,549	9,7464	4,5573
1,3	0,023	11	0,0299	3,3166	0,3107	10,673	12,22	3,9465
1,4	0,023	15	0,0322	3,873	0,3185	12,16	12,052	4,5186
2,2	0,031	16	0,0682	4	0,4089	9,7816	16,447	4,8289
1,6	0,031	19	0,0496	4,3589	0,3678	11,852	14,03	5,1044
1,5	0,031	15	0,0465	3,873	0,36	10,759	14,125	4,6026
2,1	0,031	19	0,0651	4,3589	0,4026	10,826	15,773	5,1751
0,8	0,031	9	0,0248	3	0,292	10,275	11,599	3,5918
1,1	0,031	17	0,0341	4,1231	0,3246	12,7	12,109	4,7812

MA1a

LE	SSE	SF	VE	S	V	S/V	Δ	T
2	0,062	133	0,124	11,533	0,499	23,111	13,418	12,544
5	0,062	139	0,31	11,79	0,6771	17,413	22,063	13,162
2,2	0,062	104	0,1364	10,198	0,5151	19,798	15,557	11,242
2	0,062	147	0,124	12,124	0,499	24,297	12,826	13,136
2	0,062	99	0,124	9,9499	0,499	19,939	15,001	10,961
1,3	0,062	93	0,0806	9,6437	0,4323	22,307	11,973	10,52
2,9	0,062	93	0,1798	9,6437	0,5647	17,076	18,593	10,788
5,5	0,062	92	0,341	9,5917	0,6989	13,724	25,353	11,008
2,2	0,062	86	0,1364	9,2736	0,5151	18,003	16,481	10,318
4	0,152	137	0,608	11,705	0,8473	13,814	30,661	13,422
3,7	0,152	193	0,5624	13,892	0,8256	16,827	27,387	15,566
4	0,152	169	0,608	13	0,8473	15,343	29,365	14,717
1,8	0,152	97	0,2736	9,8489	0,6495	15,164	22,625	11,165
3,2	0,152	147	0,4864	12,124	0,7866	15,413	27,207	13,719
3	0,152	137	0,456	11,705	0,7699	15,203	26,79	13,265
3,3	0,152	130	0,5016	11,402	0,7947	14,347	28,335	13,013
1,4	0,053	73	0,0742	8,544	0,4206	20,315	12,485	9,3965
1,8	0,053	116	0,0954	10,77	0,4573	23,553	12,094	11,697
7	0,053	130	0,371	11,402	0,7188	15,862	24,538	12,859
5,2	0,053	88	0,2756	9,3808	0,651	14,409	23,172	10,701
2,4	0,053	48	0,1272	6,9282	0,5033	13,767	18,235	7,9483
3,7	0,053	54	0,1961	7,3485	0,5813	12,642	21,716	8,5267
1,7	0,086	49	0,1462	7	0,5271	13,279	19,357	8,0685
3,3	0,086	68	0,2838	8,2462	0,6574	12,543	24,626	9,5788
1,7	0,086	65	0,1462	8,0623	0,5271	15,294	18,295	9,1308
1,4	0,086	105	0,1204	10,247	0,4941	20,737	14,46	11,249
5	0,086	108	0,43	10,392	0,755	13,765	27,358	11,923
4,5	0,086	90	0,387	9,4868	0,729	13,014	26,962	10,964
4,5	0,086	71	0,387	8,4261	0,729	11,559	28,022	9,9038
3,5	0,086	59	0,301	7,6811	0,6704	11,457	25,841	9,0401
1,3	0,053	49	0,0689	7	0,4103	17,06	13,516	7,8317
2,1	0,053	78	0,1113	8,8318	0,4814	18,347	15,237	9,8075
2,6	0,053	103	0,1378	10,149	0,5169	19,636	15,694	11,197
3,3	0,053	52	0,1749	7,2111	0,5596	12,887	20,767	8,3453
2,6	0,053	63	0,1378	7,9373	0,5169	15,357	17,906	8,9849
1,9	0,053	47	0,1007	6,8557	0,4656	14,724	16,424	7,7994
3,2	0,071	105	0,2272	10,247	0,6105	16,785	20,278	11,484
4,1	0,071	116	0,2911	10,77	0,663	16,244	22,381	12,114
4	0,071	116	0,284	10,77	0,6576	16,378	22,109	12,103
3,1	0,071	117	0,2201	10,817	0,6041	17,906	19,387	12,041

MA1p

LE	SSE	SF	VE	S	V	S/V	Δ	T
4	0,353	240	1,412	15,492	1,1217	13,811	40,595	17,766
4,1	0,353	167	1,4473	12,923	1,131	11,426	43,628	15,215
5	0,353	221	1,765	14,866	1,2083	12,304	45,548	17,315
8	0,221	311	1,768	17,635	1,209	14,587	42,813	20,086
4,3	0,221	132	0,9503	11,489	0,9832	11,686	37,669	13,482
1,5	0,221	89	0,3315	9,434	0,6923	13,626	25,183	10,837
3,1	0,221	134	0,6851	11,576	0,8817	13,129	32,508	13,363
5	0,221	155	1,105	12,45	1,0338	12,043	39,24	14,545
5	0,221	140	1,105	11,832	1,0338	11,445	39,858	13,928
3,5	0,221	142	0,7735	11,916	0,918	12,98	33,985	13,777
3,5	0,221	197	0,7735	14,036	0,918	15,289	31,866	15,897
6,5	0,322	263	2,093	16,217	1,2788	12,681	47,725	18,809
6,7	0,322	252	2,1574	15,875	1,2918	12,289	48,716	18,493
6,7	0,322	252	2,1574	15,875	1,2918	12,289	48,716	18,493
4,7	0,322	185	1,5134	13,601	1,148	11,848	43,796	15,928
4	0,322	117	1,288	10,817	1,0879	9,9424	43,58	13,022
3,6	0,322	196	1,1592	14	1,0504	13,328	38,521	16,129
5	0,322	247	1,61	15,716	1,1719	13,411	42,876	18,092
5	0,322	210	1,61	14,491	1,1719	12,366	44,101	16,867
5,4	0,322	224	1,7388	14,967	1,2023	12,449	45,147	17,404
4,2	0,322	158	1,3524	12,57	1,1058	11,368	42,718	14,811
7,1	0,419	268	2,9749	16,371	1,4377	11,387	55,514	19,285
8,3	0,419	324	3,4777	18	1,5144	11,886	57,722	21,07
6,8	0,419	432	2,8492	20,785	1,4172	14,666	50,074	23,657
8,5	0,419	336	3,5615	18,33	1,5265	12,008	57,994	21,424
9,2	0,419	303	3,8548	17,407	1,5673	11,107	60,956	20,584
7,6	0,419	289	3,1844	17	1,4706	11,56	56,532	19,981
7,6	0,419	325	3,1844	18,028	1,4706	12,258	55,505	21,009
9,6	0,419	241	4,0224	15,524	1,5896	9,766	63,957	18,746
9,4	0,419	229	3,9386	15,133	1,5785	9,5867	63,793	18,332
8	0,374	277	2,992	16,643	1,4404	11,554	55,379	19,563
7,5	0,374	356	2,805	18,868	1,4098	13,383	51,623	21,726
9,7	0,374	377	3,6278	19,416	1,5359	12,642	57,378	22,53
7,2	0,374	191	2,6928	13,82	1,3908	9,9371	55,719	16,639
6,2	0,374	263	2,3188	16,217	1,3232	12,256	49,944	18,899
6,5	0,374	196	2,431	14	1,3442	10,415	53,21	16,725
6,2	0,374	171	2,3188	13,077	1,3232	9,8825	53,084	15,759
9,5	0,374	275	3,553	16,583	1,5253	10,872	59,681	19,675
6	0,442	261	2,652	16,155	1,3837	11,675	53,031	18,96
8	0,442	254	3,536	15,937	1,5228	10,466	60,205	19,024

MA2

LE	SSE	SF	VE	S	V	S/V	Δ	T
2	0,132	128	0,264	11,314	0,6418	17,628	20,776	12,615
1,3	0,132	107	0,1716	10,344	0,556	18,604	17,457	11,471
1,9	0,132	141	0,2508	11,874	0,6309	18,821	19,672	13,153
4	0,132	136	0,528	11,662	0,8084	14,426	28,759	13,301
4,2	0,132	133	0,5544	11,533	0,8217	14,036	29,551	13,198
3,6	0,132	331	0,4752	18,193	0,7805	23,308	20,834	19,776
7	0,132	300	0,924	17,321	0,974	17,782	31,381	19,295
6,2	0,159	140	0,9858	11,832	0,9952	11,889	37,93	13,85
5,5	0,159	144	0,8745	12	0,9563	12,548	35,816	13,938
4,5	0,159	125	0,7155	11,18	0,8945	12,499	33,545	12,994
3,7	0,159	119	0,5883	10,909	0,8381	13,017	30,994	12,607
2	0,159	75	0,318	8,6603	0,6828	12,683	25,481	10,044
3,2	0,159	107	0,5088	10,344	0,7985	12,954	29,581	11,963
4,3	0,159	125	0,6837	11,18	0,8811	12,69	32,873	12,966
2	0,159	132	0,318	11,489	0,6828	16,826	22,652	12,873
11,5	0,159	255	1,8285	15,969	1,2226	13,061	45,16	18,447
6,5	0,159	142	1,0335	11,916	1,011	11,786	38,635	13,966
4,6	0,159	179	0,7314	13,379	0,9011	14,848	31,675	15,206
7,8	0,159	233	1,2402	15,264	1,0743	14,208	38,452	17,442
5,1	0,159	273	0,8109	16,523	0,9326	17,717	30,106	18,413
6,3	0,159	181	1,0017	13,454	1,0006	13,446	36,575	15,482
6,4	0,126	296	0,8064	17,205	0,9309	18,483	29,338	19,091
5,2	0,126	252	0,6552	15,875	0,8687	18,275	27,559	17,635
3,5	0,126	177	0,441	13,304	0,7614	17,474	24,765	14,847
7	0,126	153	0,882	12,369	0,959	12,897	35,583	14,313
8	0,126	172	1,008	13,115	1,0027	13,08	37,018	15,147
7,8	0,126	194	0,9828	13,928	0,9942	14,009	35,784	15,944
7	0,126	236	0,882	15,362	0,959	16,018	32,59	17,306
6	0,126	201	0,756	14,177	0,9111	15,561	31,376	16,024
5,5	0,166	231	0,913	15,199	0,9701	15,666	33,309	17,165
6,6	0,166	42	1,0956	6,4807	1,0309	6,2867	45,063	8,5703
5,5	0,166	91	0,913	9,5394	0,9701	9,833	38,968	11,506
5,8	0,166	93	0,9628	9,6437	0,9875	9,7662	39,729	11,645
8	0,166	151	1,328	12,288	1,0991	11,181	42,665	14,516
9,5	0,166	182	1,577	13,491	1,1638	11,592	44,699	15,85
7,5	0,166	239	1,245	15,46	1,0757	14,372	38,325	17,64
5,2	0,166	232	0,8632	15,232	0,9522	15,996	32,378	17,162
3,9	0,196	109	0,7644	10,44	0,9144	11,417	35,281	12,294
3,1	0,196	110	0,6076	10,488	0,8471	12,381	31,868	12,205
3,1	0,196	112	0,6076	10,583	0,8471	12,493	31,773	12,3

MA4

LE	SSE	SF	VE	S	V	S/V	Δ	T
5,7	0,196	205	1,1172	14,318	1,0376	13,199	37,562	16,421
5,7	0,196	141	1,1172	11,874	1,0376	11,444	40,005	13,978
4,2	0,196	141	0,8232	11,874	0,9373	12,669	34,989	13,774
3	0,126	171	0,378	13,077	0,7233	18,08	23,087	14,543
4,5	0,126	128	0,567	11,314	0,8278	13,667	30,078	12,992
5,5	0,126	176	0,693	13,266	0,885	14,99	30,986	15,06
6,5	0,126	197	0,819	14,036	0,9357	15,001	32,748	15,932
5,2	0,126	131	0,6552	11,446	0,8687	13,176	31,988	13,206
6	0,189	198	1,134	14,071	1,0428	13,494	38,067	16,185
4	0,189	182	0,756	13,491	0,9111	14,808	32,062	15,337
3	0,189	151	0,567	12,288	0,8278	14,844	29,103	13,966
4	0,189	237	0,756	15,395	0,9111	16,898	30,158	17,242
8,2	0,189	198	1,5498	14,071	1,1571	12,161	43,783	16,417
5	0,119	104	0,595	10,198	0,8412	12,123	31,863	11,903
3,8	0,119	216	0,4522	14,697	0,7678	19,143	23,691	16,253
6,7	0,119	152	0,7973	12,329	0,9273	13,295	34,038	14,209
6	0,119	199	0,714	14,107	0,8939	15,781	30,587	15,919
7	0,119	157	0,833	12,53	0,941	13,316	34,518	14,437
7,3	0,159	222	1,1607	14,9	1,0509	14,178	37,644	17,03
4,5	0,159	137	0,7155	11,705	0,8945	13,085	33,021	13,518
7	0,159	288	1,113	16,971	1,0363	16,376	34,844	19,071
7,5	0,159	223	1,1925	14,933	1,0604	14,083	38,086	17,083
4,5	0,159	91	0,7155	9,5394	0,8945	10,664	35,186	11,353
4,8	0,096	174	0,4608	13,191	0,7726	17,074	25,439	14,757
6,2	0,096	144	0,5952	12	0,8413	14,263	30,066	13,705
5,6	0,096	213	0,5376	14,595	0,8133	17,945	26,07	16,243
7	0,096	292	0,672	17,088	0,876	19,506	26,713	18,864
5,2	0,096	111	0,4992	10,536	0,7935	13,278	29,137	12,144
4,9	0,159	215	0,7791	14,663	0,9202	15,934	31,349	16,528
6,2	0,159	159	0,9858	12,61	0,9952	12,67	37,153	14,627
5,1	0,159	131	0,8109	11,446	0,9326	12,273	35,183	13,336
5,2	0,159	73	0,8268	8,544	0,9386	9,1026	38,387	10,447
3,8	0,159	61	0,6042	7,8102	0,8455	9,237	34,467	9,5242
5,4	0,113	166	0,6102	12,884	0,8483	15,188	29,532	14,604
5	0,113	133	0,565	11,533	0,8269	13,947	29,81	13,209
7	0,113	157	0,791	12,53	0,9249	13,547	33,715	14,405
6	0,113	215	0,678	14,663	0,8786	16,689	29,268	16,444
5,3	0,113	150	0,5989	12,247	0,8431	14,527	29,906	13,956
4,5	0,102	169	0,459	13	0,7716	16,848	25,579	14,564
5,2	0,102	162	0,5304	12,728	0,8096	15,72	27,754	14,369

MC1_j

LE	SSE	SF	VE	S	V	S/V	Δ	T
1,1	0,057	37	0,0627	6,0828	0,3976	15,297	0,0349	8,6483
1,1	0,057	36	0,0627	6	0,3976	15,089	0,1177	8,5656
1,2	0,057	38	0,0684	6,1644	0,4093	15,06	0,1331	8,8054
1,1	0,057	21	0,0627	4,5826	0,3976	11,524	1,5351	7,1481
0,5	0,023	7	0,0115	2,6458	0,2261	11,704	0,8321	4,1043
0,4	0,023	8	0,0092	2,8284	0,2099	13,477	0,4004	4,1825
1,4	0,031	8	0,0434	2,8284	0,3518	8,0401	2,5839	5,0982
1,3	0,031	12	0,0403	3,4641	0,3432	10,093	1,8163	5,6785
1,4	0,031	16	0,0434	4	0,3518	11,37	1,4123	6,2698
1,4	0,031	12	0,0434	3,4641	0,3518	9,8471	1,9482	5,7339
0,6	0,028	9	0,0168	3	0,2565	11,698	0,9457	4,6547
1,1	0,028	12	0,0308	3,4641	0,3138	11,038	1,3641	5,4889
0,8	0,028	11	0,0224	3,3166	0,2822	11,751	1,0258	5,1377
0,7	0,031	11	0,0217	3,3166	0,2793	11,876	0,9801	5,1185
0,7	0,031	12	0,0217	3,4641	0,2793	12,404	0,8326	5,266
0,5	0,031	9	0,0155	3	0,2497	12,015	0,8413	4,6109
0,8	0,053	18	0,0424	4,2426	0,3491	12,154	1,1278	6,4948
1	0,053	19	0,053	4,3589	0,376	11,593	1,4258	6,7848
0,8	0,053	17	0,0424	4,1231	0,3491	11,812	1,2473	6,3753
0,8	0,049	12	0,0392	3,4641	0,3401	10,187	1,7678	5,6582
0,8	0,049	13	0,0392	3,6056	0,3401	10,602	1,6264	5,7997
0,6	0,049	13	0,0294	3,6056	0,309	11,668	1,1484	5,5992
0,9	0,031	11	0,0279	3,3166	0,3037	10,922	1,3552	5,2758
0,8	0,031	11	0,0248	3,3166	0,292	11,359	1,1755	5,2005
0,9	0,031	10	0,0279	3,1623	0,3037	10,414	1,5095	5,1215
2	0,025	4	0,05	2	0,3688	5,4234	3,6735	4,3793
2,4	0,025	5	0,06	2,2361	0,3919	5,7064	3,7926	4,7643
0,9	0,025	8	0,0225	2,8284	0,2827	10,006	1,5204	4,6522
0,7	0,031	7	0,0217	2,6458	0,2793	9,4734	1,651	4,4477
0,9	0,031	10	0,0279	3,1623	0,3037	10,414	1,5095	5,1215
0,8	0,031	11	0,0248	3,3166	0,292	11,359	1,1755	5,2005
0,8	0,042	10	0,0336	3,1623	0,3231	9,7888	1,8079	5,2466
0,9	0,042	10	0,0378	3,1623	0,336	9,4123	2,0067	5,33
1	0,042	14	0,042	3,7417	0,348	10,753	1,6119	5,9868
1,4	0,042	17	0,0588	4,1231	0,3892	10,593	1,8651	6,6344
1,4	0,042	16	0,0588	4	0,3892	10,277	1,9883	6,5113
0,7	0,028	7	0,0196	2,6458	0,27	9,8	1,5078	4,3876
0,75	0,028	8	0,021	2,8284	0,2762	10,239	1,4216	4,6108
0,5	0,045	10	0,0225	3,1623	0,2827	11,187	1,1866	4,9861
0,75	0,045	14	0,0338	3,7417	0,3235	11,565	1,2359	5,8291

MC1_a

LE	SSE	SF	VE	S	V	S/V	Δ	T
2,7	0,196	86	0,5292	9,2736	0,809	11,463	3,1733	14,493
2,7	0,196	98	0,5292	9,8995	0,809	12,236	2,5475	15,119
2,9	0,196	113	0,5684	10,63	0,8285	12,83	2,1165	15,976
2,1	0,196	112	0,4116	10,583	0,7441	14,223	0,8647	15,384
2,2	0,196	99	0,4312	9,9499	0,7557	13,166	1,6765	14,826
2,9	0,196	114	0,5684	10,677	0,8285	12,887	2,0696	16,023
2,2	0,196	107	0,4312	10,344	0,7557	13,688	1,2823	15,22
2,2	0,196	74	0,4312	8,6023	0,7557	11,383	3,0241	13,478
1,7	0,102	80	0,1734	8,9443	0,558	16,03	-0,36	12,544
2	0,102	81	0,204	9	0,589	15,28	0,0616	12,8
1,9	0,102	78	0,1938	8,8318	0,579	15,253	0,0764	12,568
2,8	0,102	83	0,2856	9,1104	0,6588	13,828	1,0255	13,361
2,2	0,102	78	0,2244	8,8318	0,608	14,526	0,522	12,754
2,3	0,102	65	0,2346	8,0623	0,617	13,066	1,431	12,043
2	0,181	94	0,362	9,6954	0,7129	13,599	1,2731	14,295
2,3	0,181	92	0,4163	9,5917	0,7469	12,842	1,8994	14,411
2,2	0,181	93	0,3982	9,6437	0,7359	13,104	1,6786	14,392
2,3	0,181	92	0,4163	9,5917	0,7469	12,842	1,8994	14,411
1,8	0,181	87	0,3258	9,3274	0,6884	13,55	1,263	13,769
1,9	0,181	79	0,3439	8,8882	0,7009	12,682	1,8946	13,41
1,9	0,096	50	0,1824	7,0711	0,5674	12,461	1,659	10,732
2,3	0,096	56	0,2208	7,4833	0,6047	12,375	1,8202	11,385
2,8	0,096	68	0,2688	8,2462	0,6457	12,772	1,6872	12,412
2,3	0,096	62	0,2208	7,874	0,6047	13,021	1,4296	11,776
1,8	0,096	58	0,1728	7,6158	0,5573	13,665	0,9585	11,212
1,7	0,096	63	0,1632	7,9373	0,5468	14,516	0,4754	11,465
1,9	0,096	65	0,1824	8,0623	0,5674	14,208	0,6678	11,723
2,2	0,096	46	0,2112	6,7823	0,5958	11,383	2,3845	10,627
2,2	0,108	63	0,2376	7,9373	0,6197	12,809	1,5963	11,935
3,6	0,108	81	0,3888	9	0,7301	12,327	2,2325	13,711
2,5	0,108	68	0,27	8,2462	0,6466	12,753	1,7019	12,418
2,9	0,108	89	0,3132	9,434	0,6794	13,886	1,0182	13,817
2,5	0,108	80	0,27	8,9443	0,6466	13,833	1,0039	13,116
1,8	0,145	49	0,261	7	0,6394	10,949	2,8365	11,125
2,1	0,145	44	0,3045	6,6332	0,673	9,8558	3,7213	10,976
2,8	0,145	61	0,406	7,8102	0,7407	10,544	3,5853	12,589
3	0,145	73	0,435	8,544	0,7579	11,273	3,1164	13,434
2,4	0,145	69	0,348	8,3066	0,7036	11,805	2,5188	12,846
3,2	0,145	72	0,464	8,4853	0,7744	10,958	3,4285	13,482
3	0,145	89	0,435	9,434	0,7579	12,447	2,2264	14,324

MC2

LE	SSE	SF	VE	S	V	S/V	Δ	T
3,5	0,096	62	0,336	7,874	0,6955	11,322	2,8256	12,361
3,4	0,096	44	0,3264	6,6332	0,6888	9,6305	3,9636	11,077
3,5	0,071	61	0,2485	7,8102	0,629	12,417	1,8668	11,868
3,4	0,071	49	0,2414	7	0,6229	11,237	2,584	11,019
3,6	0,152	67	0,5472	8,1854	0,8181	10,005	4,401	13,464
2,5	0,152	66	0,38	8,124	0,7245	11,213	3,0232	12,799
1,9	0,152	68	0,2888	8,2462	0,6613	12,47	1,9274	12,513
1,6	0,152	68	0,2432	8,2462	0,6245	13,205	1,3616	12,275
1,7	0,152	33	0,2584	5,7446	0,6372	9,015	4,0592	9,8559
2,6	0,139	88	0,3614	9,3808	0,7125	13,165	1,5816	13,978
2,1	0,139	107	0,2919	10,344	0,6636	15,587	-0,134	14,626
2,1	0,139	93	0,2919	9,6437	0,6636	14,532	0,5662	13,925
1,9	0,139	84	0,2641	9,1652	0,6419	14,279	0,7101	13,307
2,5	0,212	90	0,53	9,4868	0,8094	11,72	2,9664	14,709
2,8	0,212	108	0,5936	10,392	0,8406	12,363	2,5399	15,816
2,4	0,212	77	0,5088	8,775	0,7985	10,989	3,5101	13,927
3,4	0,212	41	0,7208	6,4031	0,8967	7,1407	7,3928	12,189
2,7	0,196	86	0,5292	9,2736	0,809	11,463	3,1733	14,493
2,7	0,196	69	0,5292	8,3066	0,809	10,267	4,1403	13,526
2,7	0,196	80	0,5292	8,9443	0,809	11,056	3,5027	14,164
2,7	0,196	83	0,5292	9,1104	0,809	11,261	3,3365	14,33
3,4	0,196	55	0,6664	7,4162	0,8736	8,4894	6,0239	13,053
3,5	0,204	84	0,714	9,1652	0,8939	10,253	4,5873	14,932
2,5	0,204	113	0,51	10,63	0,7991	13,302	1,6646	15,786
2,5	0,204	89	0,51	9,434	0,7991	11,805	2,8607	14,59
2	0,204	82	0,408	9,0554	0,7419	12,206	2,3589	13,842
1,8	0,204	85	0,3672	9,2195	0,7163	12,871	1,8012	13,841
2,7	0,173	105	0,4671	10,247	0,7761	13,203	1,6932	15,254
2,6	0,173	81	0,4498	9	0,7664	11,743	2,7911	13,945
2,2	0,173	63	0,3806	7,9373	0,7249	10,949	3,2158	12,615
2,2	0,173	85	0,3806	9,2195	0,7249	12,718	1,9335	13,897
4	0,108	35	0,432	5,9161	0,7562	7,8238	5,7175	10,795
3,2	0,108	54	0,3456	7,3485	0,702	10,468	3,452	11,878
2,8	0,108	59	0,3024	7,6811	0,6715	11,439	2,6496	12,014
2,3	0,108	65	0,2484	8,0623	0,6289	12,82	1,6135	12,12
2	0,108	61	0,216	7,8102	0,6003	13,01	1,4255	11,683
1,7	0,108	57	0,1836	7,5498	0,5687	13,276	1,1993	11,219
1,4	0,108	54	0,1512	7,3485	0,5331	13,785	0,8529	10,788
1,5	0,108	65	0,162	8,0623	0,5455	14,78	0,3298	11,582
1,6	0,108	56	0,1728	7,4833	0,5573	13,427	1,091	11,079

MC3

LE	SSE	SF	VE	S	V	S/V	Δ	T
5,2	0,113	88	0,5876	9,3808	0,8377	11,198	3,5076	14,786
5,2	0,113	123	0,5876	11,091	0,8377	13,239	1,7979	16,496
3,9	0,113	87	0,4407	9,3274	0,7612	12,253	2,3837	14,239
3,5	0,113	90	0,3955	9,4868	0,7343	12,92	1,8098	14,224
3,6	0,113	81	0,4068	9	0,7412	12,143	2,4031	13,782
3,3	0,113	88	0,3729	9,3808	0,72	13,029	1,6966	14,026
3,6	0,071	50	0,2556	7,0711	0,6349	11,137	2,6971	11,168
2	0,071	60	0,142	7,746	0,522	14,838	0,2858	11,114
2,2	0,071	73	0,1562	8,544	0,5389	15,855	-0,253	12,021
4,5	0,062	56	0,279	7,4833	0,6537	11,447	2,574	11,701
4,5	0,062	57	0,279	7,5498	0,6537	11,549	2,5075	11,768
3,6	0,062	69	0,2232	8,3066	0,6069	13,687	1,0305	12,222
2,9	0,062	61	0,1798	7,8102	0,5647	13,83	0,8782	11,454
4,3	0,113	94	0,4859	9,6954	0,7864	12,329	2,4028	14,769
4,3	0,113	92	0,4859	9,5917	0,7864	12,198	2,5064	14,665
3,3	0,113	80	0,3729	8,9443	0,72	12,422	2,1331	13,59
3,3	0,113	94	0,3729	9,6954	0,72	13,466	1,382	14,341
3,4	0,113	49	0,3842	7	0,7272	9,6259	4,1881	11,692
3,4	0,062	46	0,2108	6,7823	0,5955	11,39	2,3787	10,624
3,4	0,062	63	0,2108	7,9373	0,5955	13,33	1,2238	11,779
2,9	0,062	81	0,1798	9	0,5647	15,937	-0,312	12,644
2,6	0,062	49	0,1612	7	0,5446	12,854	1,3782	10,514
4,6	0,086	57	0,3956	7,5498	0,7343	10,281	3,7477	12,288
4,6	0,086	72	0,3956	8,4853	0,7343	11,555	2,8123	13,223
3,3	0,086	65	0,2838	8,0623	0,6574	12,263	2,0524	12,304
3,2	0,086	76	0,2752	8,7178	0,6507	13,397	1,2937	12,916
5,6	0,126	104	0,7056	10,198	0,8904	11,454	3,5003	15,943
5,6	0,126	104	0,7056	10,198	0,8904	11,454	3,5003	15,943
4,3	0,126	87	0,5418	9,3274	0,8151	11,439	3,2175	14,588
4	0,126	102	0,504	10,1	0,796	12,688	2,1469	15,235
4,5	0,126	75	0,567	8,6603	0,8278	10,461	4,076	14,001
3,4	0,126	63	0,4284	7,9373	0,7541	10,526	3,664	12,802
3,4	0,086	79	0,2924	8,8882	0,664	13,386	1,3275	13,172
2,8	0,086	81	0,2408	9	0,6224	14,459	0,5761	13,016
2,5	0,086	29	0,215	5,3852	0,5994	8,0846	3,8363	9,2524
6	0,096	89	0,576	9,434	0,8322	11,336	3,3692	14,803
4,1	0,096	92	0,3936	9,5917	0,7331	13,084	1,6868	14,322
4,6	0,096	93	0,4416	9,6437	0,7617	12,66	2,0754	14,558
3,3	0,096	78	0,3168	8,8318	0,682	12,95	1,6603	13,232
3,1	0,096	83	0,2976	9,1104	0,6679	13,64	1,1654	13,42

MC4

LE	SSE	SF	VE	S	V	S/V	Δ	T
2,1	0,08	61	0,168	7,8102	0,5521	14,146	0,684	11,372
2,5	0,08	61	0,2	7,8102	0,5851	13,348	1,1918	11,585
2,3	0,08	70	0,184	8,3666	0,5691	14,702	0,3889	12,038
2,5	0,08	71	0,2	8,4261	0,5851	14,401	0,5759	12,201
2,3	0,113	69	0,2599	8,3066	0,6385	13,011	1,516	12,426
2,1	0,113	66	0,2373	8,124	0,6194	13,116	1,4055	12,12
2,7	0,113	82	0,3051	9,0554	0,6735	13,446	1,306	13,401
2,1	0,113	71	0,2373	8,4261	0,6194	13,604	1,1034	12,423
2,8	0,113	33	0,3164	5,7446	0,6817	8,4271	4,743	10,143
1,7	0,119	65	0,2023	8,0623	0,5873	13,727	0,9741	11,852
1,6	0,119	62	0,1904	7,874	0,5756	13,679	0,9818	11,588
2	0,096	54	0,192	7,3485	0,5772	12,731	1,532	11,073
1,7	0,096	63	0,1632	7,9373	0,5468	14,516	0,4754	11,465
1,7	0,096	63	0,1632	7,9373	0,5468	14,516	0,4754	11,465
1,5	0,096	72	0,144	8,4853	0,5245	16,178	-0,416	11,869
1,3	0,096	44	0,1248	6,6332	0,5001	13,264	1,0605	9,8598
1,6	0,066	55	0,1056	7,4162	0,473	15,678	-0,139	10,468
1,2	0,066	35	0,0792	5,9161	0,4298	13,764	0,6965	8,6892
1,7	0,08	60	0,136	7,746	0,5146	15,052	0,1711	11,066
1,5	0,08	61	0,12	7,8102	0,4936	15,823	-0,216	10,995
2	0,086	55	0,172	7,4162	0,5565	13,328	1,1449	11,006
1,9	0,086	56	0,1634	7,4833	0,547	13,68	0,9328	11,013
1,8	0,086	59	0,1548	7,6811	0,5373	14,297	0,5848	11,148
1,8	0,086	66	0,1548	8,124	0,5373	15,121	0,1419	11,591
1,4	0,086	54	0,1204	7,3485	0,4941	14,871	0,2539	10,537
1,4	0,086	21	0,1204	4,5826	0,4941	9,2739	3,0197	7,7708
2,7	0,096	51	0,2592	7,1414	0,6379	11,196	2,6724	11,257
2,2	0,096	59	0,2112	7,6811	0,5958	12,891	1,4857	11,525
1,8	0,096	63	0,1728	7,9373	0,5573	14,242	0,6371	11,533
1,8	0,096	68	0,1728	8,2462	0,5573	14,796	0,3281	11,842
1,9	0,096	34	0,1824	5,831	0,5674	10,276	2,8991	9,4921
2,1	0,096	42	0,2016	6,4807	0,5867	11,047	2,5452	10,266
1,5	0,096	43	0,144	6,5574	0,5245	12,503	1,5118	9,9414
1,5	0,096	47	0,144	6,8557	0,5245	13,071	1,2136	10,24
1,4	0,096	49	0,1344	7	0,5126	13,657	0,886	10,307
1,9	0,071	40	0,1349	6,3246	0,5132	12,324	1,5712	9,6358
1,6	0,071	51	0,1136	7,1414	0,4847	14,735	0,3151	10,268
1,7	0,071	51	0,1207	7,1414	0,4945	14,44	0,4672	10,332
1,4	0,071	62	0,0994	7,874	0,4636	16,985	-0,742	10,865
1,1	0,071	39	0,0781	6,245	0,4278	14,598	0,3369	9,0052

PG1₃

LE	SSE	SF	VE	S	V	S/V	Δ	T
1.5	0.196	94	0.294	9.6954	0.6652	14.575	1.7084	13.576
0.8	0.096	42	0.0768	6.4807	0.4254	15.233	0.8124	8.9623
1.1	0.212	71	0.2332	8.4261	0.6158	13.683	2.1308	12.018
0.3	0.212	28	0.0636	5.2915	0.3995	13.244	1.5577	7.622
3.1	0.385	145	1.1935	12.042	1.0607	11.353	6.1415	18.229
4	0.385	157	1.54	12.53	1.1546	10.852	7.2639	19.265
0.7	0.166	64	0.1162	8	0.4883	16.382	0.3714	10.848
0.7	0.166	71	0.1162	8.4261	0.4883	17.255	-0.055	11.275
1.4	0.096	61	0.1344	7.8102	0.5126	15.237	0.9768	10.8
1	0.096	80	0.096	8.9443	0.4582	19.519	-1.089	11.617
3.1	0.071	76	0.2201	8.7178	0.6041	14.432	1.6379	12.241
0.6	0.071	86	0.0426	9.2736	0.3496	26.525	-3.28	11.313
0.7	0.071	45	0.0355	6.7082	0.329	20.388	-1.068	8.6274
2.5	0.053	67	0.1325	8.1854	0.5101	16.045	0.5601	11.161
1.6	0.053	63	0.0848	7.9373	0.4397	18.052	-0.399	10.502
0.75	0.053	69	0.0398	8.3066	0.3416	24.313	-2.45	10.299
0.8	0.075	46	0.06	6.7823	0.3919	17.308	-0.065	9.068
1	0.096	101	0.096	10.05	0.4582	21.931	-2.194	12.723
1	0.096	128	0.096	11.314	0.4582	24.689	-3.458	13.987
0.85	0.132	62	0.1122	7.874	0.4827	16.314	0.4004	10.689
0.85	0.132	39	0.1122	6.245	0.4827	12.939	2.0294	9.0604
1	0.255	53	0.255	7.2801	0.6344	11.475	3.5958	10.981
1.8	0.196	110	0.3528	10.488	0.7068	14.838	1.6294	14.611
1	0.196	93	0.196	9.6437	0.5812	16.593	0.3198	13.034
1.4	0.196	142	0.2744	11.916	0.6501	18.33	-0.772	15.708
1	0.196	129	0.196	11.358	0.5812	19.542	-1.394	14.748
2.7	0.238	169	0.6426	13	0.8631	15.063	1.7955	18.034
1.5	0.238	115	0.357	10.724	0.7096	15.112	1.4416	14.863
1.2	0.238	125	0.2856	11.18	0.6588	16.97	0.1138	15.023
1.3	0.071	72	0.0923	8.4853	0.4523	18.761	-0.732	11.123
7.3	0.196	102	1.4308	10.1	1.1267	8.9638	9.2155	16.672
1.1	0.196	119	0.2156	10.909	0.5999	18.183	-0.624	14.408
1.2	0.196	128	0.2352	11.314	0.6176	18.32	-0.727	14.916
0.8	0.196	73	0.1568	8.544	0.5396	15.835	0.7059	11.691
1.5	0.108	61	0.162	7.8102	0.5455	14.318	1.5407	10.992
0.8	0.108	62	0.0864	7.874	0.4424	17.797	-0.289	10.455
1.3	0.204	162	0.2652	12.728	0.6428	19.802	-1.709	16.477
2	0.204	215	0.408	14.663	0.7419	19.764	-1.944	18.99
5.1	0.062	67	0.3162	8.1854	0.6815	12.01	3.4982	12.161
0.8	0.062	50	0.0496	7.0711	0.3678	19.226	-0.766	9.2164

PG1₄

LE	SSE	SF	VE	S	V	S/V	Δ	T
38	1.348	1403	51.224	37.457	3.709	10.099	26.126	59.091
38	1.348	1137	51.224	33.719	3.709	9.0913	29.864	55.354
40.5	1.348	1577	54.594	39.711	3.7885	10.482	25.235	61.81
37	1.094	1464	40.478	38.262	3.4293	11.157	20.526	58.265
12	1.094	1200	13.128	34.641	2.357	14.697	5.7651	48.389
31	1.094	716	33.914	26.758	3.2331	8.2764	28.666	45.617
14	1.094	1428	15.316	37.789	2.4812	15.23	4.7455	52.261
30	1.327	1107	39.81	33.272	3.4103	9.7561	25.192	53.164
28.3	1.327	973	37.554	31.193	3.3447	9.326	26.146	50.703
27.5	1.327	992	36.493	31.496	3.3129	9.507	25.298	50.82
10.5	0.866	342	9.093	18.493	2.0857	8.8667	17.262	30.659
12.5	0.866	536	10.825	23.152	2.2104	10.474	14.741	36.045
12	0.866	730	10.392	27.019	2.1805	12.391	10.362	39.738
15.8	0.866	628	13.683	25.06	2.3897	10.487	15.907	38.999
9	0.866	453	7.794	21.284	1.9813	10.742	12.682	32.841
47.5	1.651	1788	78.423	42.285	4.2741	9.8932	30.987	67.216
45.5	1.651	1619	75.121	40.237	4.2134	9.5498	31.993	64.813
45.5	1.651	1005	75.121	31.702	4.2134	7.5241	40.528	56.278
31	1.651	1366	51.181	36.959	3.7079	9.9676	26.606	58.588
32.5	1.651	1230	53.658	35.071	3.7668	9.3108	29.502	57.043
22	1.584	734	34.848	27.092	3.2625	8.3043	28.836	46.122
25	1.584	991	39.6	31.48	3.4043	9.2471	26.88	51.338
40	1.584	1219	63.36	34.914	3.9811	8.77	33.334	58.136
27	1.584	708	42.768	26.608	3.4927	7.6182	33.267	46.981
21.5	1.744	877	37.496	29.614	3.343	8.8586	27.695	49.114
23.5	1.744	1418	40.984	37.656	3.4435	10.935	21.376	57.742
28	1.744	978	48.832	31.273	3.6504	8.567	31.306	52.566
37	1.094	937	40.478	30.61	3.4293	8.9262	28.178	50.613
43.5	1.094	1005	47.589	31.702	3.6192	8.7594	30.342	52.812
35	1.094	980	38.29	31.305	3.3664	9.2992	26.405	50.941
20.5	0.866	614	17.753	24.779	2.6062	9.5077	19.899	39.981
27.5	0.866	724	23.815	26.907	2.874	9.3622	22.362	43.671
25.5	0.866	803	22.083	28.337	2.8027	10.111	19.709	44.685
23	0.916	601	21.068	24.515	2.7591	8.8853	22.784	40.609
19	0.916	873	17.404	29.547	2.589	11.412	14.837	44.648
16	0.95	588	15.2	24.249	2.4749	9.7979	18.178	38.685
15	0.95	611	14.25	24.718	2.4223	10.205	16.806	38.847
11.5	0.95	599	10.925	24.474	2.2171	11.639	13.534	37.407
26.2	0.95	942	24.89	30.692	2.9166	10.523	19.307	47.705
25.5	0.95	905	24.225	30.083	2.8904	10.408	19.467	46.943

PG 4-5

LE	SSE	SF	VE	S	V	S/V	Δ	T
4	0.363	566	1.452	23.791	1.1322	21.012	-4.381	30.395
5.2	0.363	600	1.8876	24.495	1.2356	19.824	-3.313	31.702
5.3	0.363	972	1.9239	31.177	1.2435	25.073	-9.86	38.43
1.8	0.246	259	0.4428	16.093	0.7624	21.109	-3.024	20.541
3.7	0.246	337	0.9102	18.358	0.9692	18.942	-1.743	24.011
3.5	0.302	457	1.057	21.378	1.0186	20.987	-3.915	27.319
4.3	0.302	630	1.2986	25.1	1.0909	23.008	-6.398	31.463
3.8	0.503	798	1.9114	28.249	1.2408	22.767	-6.978	35.486
4	0.503	862	2.012	29.36	1.2621	23.262	-7.723	36.722
4.3	0.503	1399	2.1629	37.403	1.2929	28.93	-15.24	44.945
1.1	0.119	204	0.1309	14.283	0.5081	28.111	-5.573	17.247
2.5	0.322	446	0.805	21.119	0.9303	22.701	-5.17	26.545
2.5	0.322	448	0.805	21.166	0.9303	22.751	-5.218	26.593
2.9	0.322	757	0.9338	27.514	0.9774	28.148	-10.76	33.215
2.5	0.322	437	0.805	20.905	0.9303	22.47	-4.956	26.331
1.5	0.322	397	0.483	19.925	0.7848	25.389	-6.471	24.503
3.7	0.322	743	1.1914	27.258	1.0601	25.714	-9.086	33.441
3	0.322	651	0.966	25.515	0.9885	25.81	-8.568	31.281
2	0.322	791	0.644	28.125	0.8637	32.563	-13.32	33.163
1.6	0.229	272	0.3664	16.492	0.7158	23.04	-4.221	20.668
2	0.229	361	0.458	19	0.771	24.643	-5.782	23.497
0.7	0.229	468	0.1603	21.633	0.5436	39.8	-12.32	24.804
2	0.322	620	0.644	24.9	0.8637	28.829	-10.09	29.938
1.7	0.322	405	0.5474	20.125	0.8182	24.596	-6.098	24.897
2.6	0.255	504	0.663	22.45	0.8721	25.743	-7.5	27.537
1.9	0.255	358	0.4845	18.921	0.7856	24.085	-5.453	23.503
2.8	0.255	711	0.714	26.665	0.8939	29.83	-11.34	31.879
1.2	0.442	472	0.5304	21.726	0.8096	26.834	-7.846	26.448
1	0.312	234	0.312	15.297	0.6785	22.545	-3.665	19.255
1	0.283	717	0.283	26.777	0.6568	40.768	-15.52	30.608
1.6	0.283	879	0.4528	29.648	0.7681	38.599	-16.48	34.128
1.3	0.255	474	0.3315	21.772	0.6923	31.446	-9.903	25.81
1.3	0.255	403	0.3315	20.075	0.6923	28.996	-8.206	24.113
2.7	0.342	644	0.9234	25.377	0.9738	26.06	-8.683	31.057
2.2	0.342	701	0.7524	26.476	0.9096	29.107	-10.88	31.782
4	0.342	1071	1.368	32.726	1.11	29.483	-13.7	39.201
1.2	0.238	427	0.2856	20.664	0.6588	31.365	-9.37	24.507
0.7	0.238	319	0.1666	17.861	0.5506	32.44	-8.422	21.072
2	0.196	421	0.392	20.518	0.7321	28.027	-7.968	24.789
1.5	0.196	390	0.294	19.748	0.6652	29.687	-8.345	23.629

PG8

LE	SSE	SF	VE	S	V	S/V	Δ	T
2.4	0.196	641	0.4704	25.318	0.7779	32.546	-11.98	29.856
0.8	0.196	445	0.1568	21.095	0.5396	39.096	-11.85	24.242
1.4	0.238	411	0.3332	20.273	0.6935	29.232	-8.384	24.318
1.5	0.238	481	0.357	21.932	0.7096	30.905	-9.766	26.071
0.8	0.238	370	0.1904	19.235	0.5756	33.417	-9.368	22.593
1.7	0.385	556	0.6545	23.58	0.8684	27.154	-8.693	28.645
1.5	0.385	479	0.5775	21.886	0.8329	26.277	-7.608	26.744
1.2	0.385	562	0.462	23.707	0.7733	30.658	-10.45	28.217
3.3	0.255	575	0.8415	23.979	0.9442	25.397	-7.794	29.486
1.5	0.196	389	0.294	19.723	0.6652	29.649	-8.319	23.603
0.6	0.196	199	0.1176	14.107	0.4903	28.773	-5.702	16.967
1	0.196	207	0.196	14.387	0.5812	24.755	-4.424	17.778
0.9	0.196	355	0.1764	18.841	0.5612	33.576	-9.222	22.115
1.1	0.204	401	0.2244	20.025	0.608	32.937	-9.602	23.571
0.8	0.204	197	0.1632	14.036	0.5468	25.668	-4.662	17.225
2.3	0.196	537	0.4508	23.173	0.767	30.214	-10.03	27.647
3.2	0.238	562	0.7616	23.707	0.9133	25.957	-8.05	29.034
3.5	0.238	277	0.833	16.643	0.941	17.687	-0.512	22.132
4	0.255	583	1.02	24.145	1.0066	23.987	-6.889	30.017
2	0.255	641	0.51	25.318	0.7991	31.682	-11.62	29.979
1.2	0.166	414	0.1992	20.347	0.5843	34.821	-10.33	23.755
0.7	0.166	412	0.1162	20.298	0.4883	41.566	-11.93	23.146
2.1	0.385	598	0.8085	24.454	0.9317	26.248	-8.483	29.888
2	0.385	615	0.77	24.799	0.9166	27.054	-9.085	30.146
1.1	0.385	327	0.4235	18.083	0.7512	24.073	-5.206	22.465
1	0.302	519	0.302	22.782	0.6712	33.942	-11.28	26.697
1	0.302	534	0.302	23.108	0.6712	34.429	-11.6	27.023
0.8	0.302	554	0.2416	23.537	0.6231	37.773	-12.86	27.172
5.7	0.283	730	1.6131	27.019	1.1726	23.041	-6.917	33.858
1.7	0.283	410	0.4811	20.248	0.7838	25.835	-6.812	24.82
1.8	0.166	334	0.2988	18.276	0.6688	27.326	-6.81	22.177
1	0.166	294	0.166	17.146	0.5499	31.18	-7.719	20.354
2.7	0.385	793	1.0395	28.16	1.013	27.799	-10.79	34.069
1	0.385	288	0.385	16.971	0.7277	23.32	-4.495	21.215
1.5	0.264	531	0.396	23.043	0.7346	31.37	-10.45	27.328
1.7	0.273	291	0.4641	17.059	0.7744	22.027	-3.783	21.576
1.9	0.273	547	0.5187	23.388	0.8037	29.102	-9.611	28.076
1.8	0.273	425	0.4914	20.616	0.7890	26.118	-7.084	25.22
1.3	0.246	397	0.3198	19.925	0.6841	29.125	-8.197	23.915
1	0.246	370	0.246	19.235	0.6269	30.685	-8.489	22.892

RC1j

LE	SSE	SF	VE	S	V	S/V	Δ	T
0,2	0,091	17	0,0182	4,1231	0,2634	15,654	0,5258	5,8799
0,15	0,053	10	0,008	3,1623	0,1999	15,819	0,366	4,4956
0,2	0,166	33	0,0332	5,7446	0,3218	17,853	-0,065	7,8907
0,15	0,108	31	0,0162	5,5678	0,2534	21,974	-1,096	7,2578
0,3	0,196	36	0,0588	6	0,3892	15,415	0,8699	8,5961
0,3	0,159	46	0,0477	6,7823	0,363	18,682	-0,375	9,2038
0,2	0,102	22	0,0204	4,6904	0,2736	17,144	0,1385	6,5153
0,2	0,08	14	0,016	3,7417	0,2523	14,828	0,712	5,4247
0,2	0,071	15	0,0142	3,873	0,2425	15,971	0,4071	5,4905
0,2	0,071	15	0,0142	3,873	0,2425	15,971	0,4071	5,4905
0,25	0,196	43	0,049	6,5574	0,3663	17,902	-0,092	9,0007
0,25	0,145	27	0,0363	5,1962	0,3313	15,683	0,6517	7,4061
0,25	0,181	32	0,0453	5,6569	0,3567	15,858	0,6392	8,0361
0,25	0,132	27	0,033	5,1962	0,3211	16,181	0,4716	7,338
0,2	0,119	20	0,0238	4,4721	0,288	15,528	0,6112	6,3931
0,35	0,196	53	0,0686	7,2801	0,4097	17,768	-0,048	10,013
0,3	0,181	56	0,0543	7,4833	0,379	19,743	-0,793	10,012
0,25	0,204	36	0,051	6	0,3712	16,163	0,5519	8,476
0,2	0,119	32	0,0238	5,6569	0,288	19,642	-0,574	7,5778
0,45	0,189	85	0,0851	9,2195	0,4401	20,947	-1,451	12,155
0,3	0,166	57	0,0498	7,5498	0,3683	20,5	-1,05	10,006
0,9	0,264	137	0,2376	11,705	0,6197	18,889	-0,768	15,838
0,7	0,255	141	0,1785	11,874	0,5634	21,077	-1,931	15,632
0,7	0,229	124	0,1603	11,136	0,5436	20,487	-1,542	14,761
0,2	0,091	14	0,0182	3,7417	0,2634	14,206	0,9072	5,4985
0,1	0,071	11	0,0071	3,3166	0,1925	17,228	0,0813	4,6007
0,2	0,108	22	0,0216	4,6904	0,2789	16,82	0,2313	6,5504
0,15	0,096	17	0,0144	4,1231	0,2436	16,923	0,177	5,7481
0,25	0,181	42	0,0453	6,4807	0,3567	18,168	-0,185	8,86
0,2	0,159	36	0,0318	6	0,3172	18,917	-0,402	8,1156
0,2	0,071	15	0,0142	3,873	0,2425	15,971	0,4071	5,4905
0,15	0,071	13	0,0107	3,6056	0,2203	16,363	0,2836	5,0753
0,4	0,283	76	0,1132	8,7178	0,4841	18,008	-0,174	11,947
0,3	0,204	70	0,0612	8,3666	0,3944	21,211	-1,405	10,998
0,25	0,173	23	0,0433	4,7958	0,3514	13,648	1,4061	7,1396
0,2	0,159	17	0,0318	4,1231	0,3172	12,999	1,4752	6,2387
0,45	0,246	68	0,1107	8,2462	0,4805	17,161	0,2348	11,451
0,4	0,204	74	0,0816	8,6023	0,4341	19,816	-0,94	11,498
0,35	0,159	44	0,0557	6,6332	0,3822	17,357	0,1118	9,1822
0,35	0,139	39	0,0487	6,245	0,3654	17,09	0,2048	8,6824

RC1a

LE	SSE	SF	VE	S	V	S/V	Δ	T
1,2	0,636	276	0,7632	16,613	0,9139	18,178	-0,482	22,709
1,15	0,503	318	0,5785	17,833	0,8334	21,398	-3,124	23,391
1,9	0,785	298	1,4915	17,263	1,1424	15,111	2,9006	24,882
1,4	0,785	246	1,099	15,684	1,0319	15,199	2,5293	22,567
1,1	0,636	254	0,6996	15,937	0,8878	17,951	-0,267	21,859
1,2	0,49	276	0,588	16,613	0,8379	19,827	-1,824	22,202
1,05	0,739	365	0,776	19,105	0,919	20,789	-2,885	25,235
1,1	0,665	467	0,7315	21,61	0,9011	23,981	-5,705	27,621
1	0,478	408	0,478	20,199	0,7821	25,827	-6,395	25,415
3,3	2,717	943	8,9661	30,708	2,076	14,792	5,9322	44,555
4,1	3,142	928	12,882	30,463	2,3422	13,006	10,877	46,086
3,2	2,243	1222	7,1776	34,957	1,9277	18,134	-0,933	47,815
2,9	1,474	800	4,2746	28,284	1,6221	17,436	0,3465	39,104
2,7	2,835	1109	7,6545	33,302	1,9694	16,909	1,4591	46,438
3,2	2,746	1111	8,7872	33,332	2,0621	16,164	3,0638	47,086
3,2	2,746	1174	8,7872	34,264	2,0621	16,616	2,1318	48,018
2,8	2,164	1110	6,0592	33,317	1,822	18,286	-1,159	45,469
2,8	1,327	1031	3,7156	32,109	1,5482	20,74	-4,784	42,436
3,4	1,72	798	5,848	28,249	1,8006	15,689	3,5314	40,259
3,3	1,674	791	5,5242	28,125	1,7668	15,919	3,0585	39,909
4	1,767	773	7,068	27,803	1,9179	14,497	6,0473	40,595
4,1	1,697	848	6,9577	29,12	1,9078	15,264	4,5529	41,846
3,8	1,208	697	4,5904	26,401	1,6611	15,894	2,9177	37,48
3,5	3,142	1059	10,997	32,542	2,222	14,645	6,676	47,363
3,5	2,926	1373	10,241	37,054	2,1699	17,076	1,2451	51,527
3	2,776	1327	8,328	36,428	2,0255	17,984	-0,677	49,938
3,2	2,516	1351	8,0512	36,756	2,0029	18,352	-1,405	50,115
3	2,835	1430	8,505	37,815	2,0398	18,539	-1,813	51,421
2,7	2,63	1263	7,101	35,539	1,9208	18,502	-1,636	48,351
2,8	2,986	1539	8,3608	39,23	2,0282	19,342	-3,433	52,758
2,9	2,405	1431	6,9745	37,829	1,9094	19,812	-4,128	50,564
3	1,744	1401	5,232	37,43	1,7351	21,573	-6,806	49,003
3,2	2,138	1023	6,8416	31,984	1,8972	16,859	1,5008	44,639
2,6	1,961	719	5,0986	26,814	1,7202	15,588	3,5475	38,288
3,4	2,297	928	7,8098	30,463	1,9827	15,365	4,5309	43,687
2,6	1,744	830	4,5344	28,81	1,6543	17,415	0,3891	39,844
1,5	1,674	625	2,511	25	1,3588	18,399	-1,018	34,063
1,3	1,496	709	1,9448	26,627	1,2479	21,337	-4,601	34,951
2,8	0,694	342	1,9432	18,493	1,2476	14,823	3,5269	26,815
2	0,933	517	1,866	22,738	1,2309	18,473	-1,013	30,948

RC2

LE	SSE	SF	VE	S	V	S/V	Δ	T
1,9	0,785	343	1,4915	18,52	1,1424	16,212	1,643	26,14
1,7	0,785	492	1,3345	22,181	1,1009	20,149	-2,751	29,524
1,7	0,882	393	1,4994	19,824	1,1444	17,323	0,3746	27,457
2,5	0,785	598	1,9625	24,454	1,2517	19,536	-2,361	32,803
2,9	0,528	427	1,5312	20,664	1,1524	17,931	-0,324	28,351
4,2	2,164	1230	9,0888	35,071	2,0854	16,818	1,7354	48,981
3,8	2,27	1030	8,626	32,094	2,0494	15,66	4,0781	45,763
4,2	2,835	1436	11,907	37,895	2,2816	16,609	2,3759	53,113
4,2	2,217	1333	9,3114	36,51	2,1022	17,367	0,5942	50,532
2,9	1,517	983	4,3993	31,353	1,6377	19,144	-2,447	42,277
3,6	2,27	1223	8,172	34,971	2,0128	17,374	0,5549	48,397
3,1	1,539	1271	4,7709	35,651	1,6826	21,188	-5,954	46,874
3	1,936	1038	5,808	32,218	1,7965	17,934	-0,51	44,2
3,4	2,011	1391	6,8374	37,296	1,8968	19,663	-3,818	49,948
3	1,474	1201	4,422	34,655	1,6406	21,124	-5,7	45,598
2,8	1,539	897	4,3092	29,95	1,6265	18,414	-1,242	40,799
2,7	1,389	656	3,7503	25,612	1,553	16,493	1,7975	35,971
3,2	1,287	856	4,1184	29,257	1,6022	18,261	-0,979	39,944
4,4	2,164	1025	9,5216	32,016	2,1179	15,117	5,3657	46,142
4,3	1,791	802	7,7013	28,32	1,9734	14,35	6,5118	41,483
4,3	2,164	1040	9,3052	32,249	2,1018	15,344	4,8472	46,268
3,9	1,539	1233	6,0021	35,114	1,8162	19,333	-3,057	47,228
4	1,651	999	6,604	31,607	1,875	16,857	1,4864	44,113
4	1,307	746	5,228	27,313	1,7346	15,746	3,3031	38,883
3,5	1,131	913	3,9585	30,216	1,5812	19,11	-2,308	40,762
6,5	2,63	604	17,095	24,576	2,5736	9,5493	20,848	41,742
7,1	2,63	734	18,673	27,092	2,6504	10,222	19,687	44,771
6,2	2,63	705	16,306	26,552	2,5334	10,481	18,163	43,45
6,5	2,688	960	17,472	30,984	2,5924	11,952	14,772	48,275
8,2	2,717	937	22,279	30,61	2,8109	10,89	19,003	49,359
9	2,688	1270	24,192	35,637	2,8891	12,335	15,356	54,907
6,7	2,659	1478	17,815	38,445	2,6092	14,734	7,6083	55,848
6,7	3,801	837	25,467	28,931	2,9389	9,8441	22,941	48,534
6,8	3,836	968	26,085	31,113	2,9625	10,502	21,175	50,873
5,6	3,906	912	21,874	30,199	2,7938	10,809	19,111	48,834
5	3,976	1299	19,88	36,042	2,7063	13,318	11,724	54,093
6	3,976	1163	23,856	34,103	2,8757	11,859	16,653	53,284
6,5	3,976	1510	25,844	38,859	2,9534	13,157	13,268	58,558
5,2	3,941	1518	20,493	38,962	2,7338	14,252	9,29	57,196
4,3	3,941	1749	16,946	41,821	2,5661	16,297	3,4715	58,937

RC3

LE	SSE	SF	VE	S	V	S/V	Δ	T
5	0,442	276	2,21	16,613	1,3022	12,758	6,3708	25,299
3,4	0,442	363	1,5028	19,053	1,1453	16,636	1,1615	26,692
3,7	0,665	383	2,4605	19,57	1,3496	14,501	4,2504	28,572
3	0,515	436	1,545	20,881	1,1559	18,065	-0,479	28,59
1,9	0,95	705	1,805	26,552	1,2173	21,812	-5,066	34,671
1,9	1,131	408	2,1489	20,199	1,2901	15,657	2,5715	28,804
2	1,131	616	2,262	24,819	1,3123	18,912	-1,657	33,573
2,3	1,131	774	2,6013	27,821	1,3749	20,235	-3,555	36,991
1,5	0,785	705	1,1775	26,552	1,0559	25,146	-7,915	33,595
2,3	0,785	729	1,8055	27	1,2174	22,178	-5,512	35,12
1,9	0,739	577	1,4041	24,021	1,1197	21,454	-4,259	31,489
2,2	1,41	587	3,102	24,228	1,4579	16,619	1,5032	33,952
2,9	1,431	905	4,1499	30,083	1,6062	18,729	-1,733	40,797
3	1,453	836	4,359	28,914	1,6327	17,709	-0,096	39,804
3	1,431	869	4,293	29,479	1,6245	18,147	-0,807	40,314
2,9	1,389	620	4,0281	24,9	1,5904	15,657	3,1702	35,508
2,8	1,41	562	3,948	23,707	1,5798	15,006	4,1764	34,244
2,4	1,453	912	3,4872	30,199	1,5158	19,923	-3,445	40,31
2,3	1,431	799	3,2913	28,267	1,4869	19,01	-2,023	38,184
2,1	1,431	925	3,0051	30,414	1,4425	21,084	-4,953	40,036
3,1	1,561	739	4,8391	27,185	1,6905	16,08	2,6536	38,46
3,2	1,584	940	5,0688	30,659	1,7169	17,858	-0,357	42,111
3,4	1,606	673	5,4604	25,942	1,7599	14,74	5,1205	37,681
3,4	1,629	1230	5,5386	35,071	1,7683	19,834	-3,861	46,866
2,8	1,651	1047	4,6228	32,357	1,665	19,434	-2,97	43,463
3,6	1,606	1072	5,7816	32,741	1,7938	18,253	-1,082	44,706
2,6	1,327	638	3,4502	25,259	1,5104	16,723	1,4005	35,333
2,5	1,368	572	3,42	23,917	1,506	15,881	2,6647	33,962
2,7	1,41	743	3,807	27,258	1,5608	17,465	0,2893	37,668
2,8	1,431	789	4,0068	28,089	1,5876	17,693	-0,069	38,678
2,9	1,368	849	3,9672	29,138	1,5823	18,414	-1,21	39,692
2,1	0,95	625	1,995	25	1,2586	19,864	-2,786	33,395
1,9	1,131	625	2,1489	25	1,2901	19,378	-2,229	33,605
2,2	1,131	743	2,4882	27,258	1,3547	20,122	-3,348	36,294
2,3	1,131	811	2,6013	28,478	1,3749	20,713	-4,212	37,648
2,4	0,95	952	2,28	30,854	1,3158	23,449	-7,63	39,631
1,7	1,021	505	1,7357	22,472	1,2016	18,703	-1,265	30,487
1,6	1,021	487	1,6336	22,068	1,1775	18,741	-1,284	29,922
1,6	0,95	690	1,52	26,268	1,1496	22,849	-5,977	33,936
1,3	0,665	380	0,8645	19,494	0,9527	20,462	-2,679	25,848

RC8

LE	SSE	SF	VE	S	V	S/V	Δ	T
2,5	1,327	612	3,3175	24,739	1,4908	16,594	1,5746	34,683
2,2	1,131	824	2,4882	28,705	1,3547	21,19	-4,796	37,741
2,9	1,094	667	3,1726	25,826	1,4688	17,583	0,0985	35,623
3,2	1,307	734	4,1824	27,092	1,6104	16,823	1,3312	37,834
4,4	0,95	705	4,18	26,552	1,6101	16,491	1,8664	37,291
2,6	0,866	489	2,2516	22,113	1,3103	16,876	1,0139	30,853
2,6	0,95	542	2,47	23,281	1,3514	17,228	0,5704	32,294
2,6	1,131	781	2,9406	27,946	1,4322	19,514	-2,669	37,499
3,8	0,95	665	3,61	25,788	1,5334	16,817	1,2766	36,015
3,9	0,866	489	3,3774	22,113	1,4997	14,745	4,3572	32,117
2,7	1,075	651	2,9025	25,515	1,4259	17,893	-0,347	35,026
3	0,801	419	2,403	20,469	1,339	15,287	3,1644	29,401
3,9	0,916	565	3,5724	23,77	1,528	15,556	3,2002	33,962
4,3	1,039	554	4,4677	23,537	1,6462	14,298	5,5179	34,517
4,8	0,985	502	4,728	22,405	1,6775	13,356	7,2029	33,594
4,5	0,899	811	4,0455	28,478	1,5927	17,881	-0,368	39,101
3,5	1,131	775	3,9585	27,839	1,5812	17,607	0,0688	38,385
3	0,833	438	2,499	20,928	1,3566	15,427	3,0158	29,977
2,5	0,95	536	2,375	23,152	1,3338	17,357	0,3902	32,048
3	0,933	478	2,799	21,863	1,4088	15,519	3,0023	31,26
3	0,866	406	2,598	20,149	1,3743	14,662	4,1066	29,316
2,4	0,833	578	1,9992	24,042	1,2595	19,089	-1,812	32,442
1	0,49	391	0,49	19,774	0,7886	25,076	-5,856	25,033
1,75	0,407	328	0,7123	18,111	0,8932	20,277	-2,347	24,068
1,8	0,478	478	0,8604	21,863	0,9512	22,986	-5,075	28,207
1,4	0,342	259	0,4788	16,093	0,7825	20,566	-2,282	21,313
1,7	0,353	296	0,6001	17,205	0,8436	20,394	-2,315	22,832
1,8	0,407	327	0,7326	18,083	0,9016	20,057	-2,17	24,097
2,2	0,407	400	0,8954	20	0,9639	20,75	-2,988	26,429
1,75	0,246	206	0,4305	14,353	0,7553	19,003	-1,022	19,39
1,7	0,581	426	0,9877	20,64	0,9959	20,725	-3,062	27,282
1,9	0,581	515	1,1039	22,694	1,0335	21,959	-4,453	29,587
1,1	0,478	343	0,5258	18,52	0,8073	22,941	-4,271	23,905
1,3	0,442	310	0,5746	17,607	0,8315	21,174	-2,931	23,153
1,4	0,342	356	0,4788	18,868	0,7825	24,112	-5,057	24,087
1	0,283	257	0,283	16,031	0,6568	24,407	-4,438	20,412
4	0,503	403	2,012	20,075	1,2621	15,905	2,2019	28,493
1,5	0,246	282	0,369	16,793	0,7175	23,405	-4,129	21,579
2,1	1,327	825	2,7867	28,723	1,4067	20,418	-3,894	38,106
2,3	0,95	806	2,185	28,39	1,2973	21,884	-5,493	37,043

SS1:

LE	SSE	SF	VE	S	V	S/V	Δ	T
0.3	0.119	5	0.0357	2.2361	0.3296	6.7834	4.3567	2.4998
0.2	0.119	6	0.0238	2.4495	0.288	8.505	3.3106	2.6799
0.2	0.119	7	0.0238	2.6458	0.288	9.1865	3.1144	2.8762
0.2	0.119	7	0.0238	2.6458	0.288	9.1865	3.1144	2.8762
0.1	0.119	8	0.0119	2.8284	0.2286	12.371	1.7444	3.0113
0.6	0.196	10	0.1176	3.1623	0.4903	6.4499	6.6434	3.5545
0.4	0.196	10	0.0784	3.1623	0.4284	7.3823	5.4049	3.505
0.3	0.196	10	0.0588	3.1623	0.3892	8.1245	4.6223	3.4737
0.2	0.196	10	0.0392	3.1623	0.3401	9.299	3.6391	3.4343
0.2	0.196	8	0.0392	2.8284	0.3401	8.3173	3.9729	3.1005
0.3	0.166	8	0.0498	2.8284	0.3683	7.6801	4.5372	3.1231
0.2	0.166	5	0.0332	2.2361	0.3218	6.9494	4.1992	2.4935
0.2	0.166	10	0.0332	3.1623	0.3218	9.8279	3.273	3.4197
0.2	0.166	11	0.0332	3.3166	0.3218	10.308	3.1187	3.574
0.2	0.166	9	0.0332	3	0.3218	9.3236	3.4353	3.2574
0.2	0.166	10	0.0332	3.1623	0.3218	9.8279	3.273	3.4197
0.2	0.204	7	0.0408	2.6458	0.3446	7.6771	4.2468	2.9215
0.2	0.204	8	0.0408	2.8284	0.3446	8.2072	4.0641	3.1041
0.4	0.204	9	0.0816	3	0.4341	6.9108	5.6821	3.3473
0.3	0.204	8	0.0612	2.8284	0.3944	7.1706	5.0605	3.144
0.2	0.204	10	0.0408	3.1623	0.3446	9.1759	3.7303	3.438
0.2	0.204	9	0.0408	3	0.3446	8.7051	3.8925	3.2757
0.2	0.204	9	0.0408	3	0.3446	8.7051	3.8925	3.2757
0.2	0.342	12	0.0684	3.4641	0.4093	8.4629	4.7225	3.7916
0.3	0.342	13	0.1026	3.6056	0.4685	7.6959	5.7645	3.9804
0.3	0.342	10	0.1026	3.1623	0.4685	6.7498	6.2078	3.5371
0.3	0.342	13	0.1026	3.6056	0.4685	7.6959	5.7645	3.9804
0.2	0.342	11	0.0684	3.3166	0.4093	8.1026	4.87	3.6441
0.3	0.342	10	0.1026	3.1623	0.4685	6.7498	6.2078	3.5371
0.1	0.042	3	0.0042	1.7321	0.1616	10.716	1.5007	1.8614
0.1	0.042	3	0.0042	1.7321	0.1616	10.716	1.5007	1.8614
0.1	0.042	3	0.0042	1.7321	0.1616	10.716	1.5007	1.8614
0.1	0.042	3	0.0042	1.7321	0.1616	10.716	1.5007	1.8614
0.2	0.166	4	0.0332	2	0.3218	6.2157	4.4353	2.2574
0.2	0.166	8	0.0332	2.8284	0.3218	8.7903	3.6069	3.0858
0.2	0.166	7	0.0332	2.6458	0.3218	8.2226	3.7896	2.9032
0.2	0.166	8	0.0332	2.8284	0.3218	8.7903	3.6069	3.0858
0.2	0.166	8	0.0332	2.8284	0.3218	8.7903	3.6069	3.0858
0.1	0.189	9	0.0189	3	0.2667	11.248	2.3345	3.2134
0.1	0.189	9	0.0189	3	0.2667	11.248	2.3345	3.2134

SS1:

LE	SSE	SF	VE	S	V	S/V	Δ	T
1.7	1.27	68	2.159	8.2462	1.2921	6.3819	17.596	9.2799
1.5	1.27	68	1.905	8.2462	1.2394	6.6535	16.541	9.2377
1.1	1.27	55	1.397	7.4162	1.1178	6.6348	14.939	8.3104
1.3	1.27	67	1.651	8.1854	1.1817	6.9267	15.449	9.1307
1	1.27	53	1.27	7.2801	1.0828	6.7231	14.377	8.1464
0.9	1.27	45	1.143	6.7082	1.0455	6.4162	14.202	7.5446
1.1	1.04	51	1.144	7.1414	1.0458	6.8286	13.775	7.9781
1.9	1.04	60	1.976	7.746	1.2546	6.1742	17.346	8.7496
1.9	1.04	54	1.976	7.3485	1.2546	5.8573	17.743	8.3521
2.4	1.04	60	2.496	7.746	1.3561	5.7121	19.375	8.8308
2.8	1.04	56	2.912	7.4833	1.4275	5.2423	21.067	8.6253
1.4	1.04	53	1.456	7.2801	1.1333	6.424	15.385	8.1867
2.5	1.04	64	2.6	8	1.3746	5.8197	19.493	9.0997
3.4	0.87	38	2.958	6.1644	1.435	4.2959	22.535	7.3124
3.1	0.87	39	2.697	6.245	1.3915	4.488	21.585	7.3582
2.5	0.87	45	2.175	6.7082	1.2953	5.1788	19.198	7.7445
2.2	0.87	37	1.914	6.0828	1.2413	4.9002	18.744	7.0758
2.3	0.87	45	2.001	6.7082	1.2598	5.3246	18.489	7.7161
1.5	0.87	42	1.305	6.4807	1.0927	5.931	15.373	7.3549
1.3	0.87	41	1.131	6.4031	1.0418	6.1459	14.434	7.2366
0.8	0.92	59	0.736	7.6811	0.903	8.5066	10.378	8.4935
0.9	0.92	59	0.828	7.6811	0.9391	8.1794	11.101	8.4324
0.8	0.92	59	0.736	7.6811	0.903	8.5066	10.378	8.4035
0.7	0.92	60	0.644	7.746	0.8637	8.9684	9.5279	8.4369
0.6	0.92	62	0.552	7.874	0.8205	9.5969	8.5355	8.5304
0.6	0.92	63	0.552	7.9373	0.8205	9.674	8.4723	8.5936
0.6	0.92	59	0.552	7.6811	0.8205	9.3618	8.7284	8.3375
0.6	0.92	56	0.552	7.4833	0.8205	9.1207	8.9262	8.1397
0.6	0.92	56	0.552	7.4833	0.8205	9.1207	8.9262	8.1397
1.4	0.95	74	1.33	8.6023	1.0996	7.823	13.39	9.482
0.5	0.95	61	0.475	7.8102	0.7804	10.008	7.7985	8.4346
1.9	1.04	51	1.976	7.1414	1.2546	5.6923	17.95	8.1451
2	1.04	64	2.08	8	1.2762	6.2687	17.524	9.021
2.5	1.04	53	2.6	7.2801	1.3746	5.296	20.213	8.3798
2.3	1.04	67	2.392	8.1854	1.337	6.1222	18.554	9.2549
1.8	1.04	56	1.872	7.4833	1.2322	6.0732	17.16	8.4691
1.6	1.04	45	1.664	6.7082	1.1848	5.6619	16.988	7.656
1.8	1.04	53	1.872	7.2801	1.2322	5.9083	17.364	8.2659
1.9	1.04	55	1.976	7.4162	1.2546	5.9113	17.675	8.4199
2	1.04	45	2.08	6.7082	1.2762	5.2564	18.816	7.7292

SS11

LE	SSE	SF	VE	S	V	S/V	Δ	T
1	0.528	37	0.528	6.0828	0.8084	7.5243	10.086	6.7295
0.7	0.515	41	0.3605	6.4031	0.7119	8.9938	7.8359	6.9727
0.9	0.503	36	0.4527	6	0.768	7.8121	9.3608	6.6144
0.6	0.442	34	0.2652	5.831	0.6428	9.0717	7.0243	6.3452
0.7	0.385	29	0.2695	5.3852	0.6462	8.3334	7.5391	5.9021
0.5	0.332	29	0.166	5.3852	0.5499	9.7927	5.6131	5.8251
1	0.709	43	0.709	6.5574	0.8918	7.3531	11.278	7.2709
0.8	0.709	45	0.5672	6.7082	0.8279	8.1024	9.8504	7.3705
0.6	0.694	41	0.4164	6.4031	0.747	8.5723	8.5361	7.0007
0.6	0.636	41	0.3816	6.4031	0.7256	8.825	8.1082	6.9836
0.5	0.567	38	0.2835	6.1644	0.6572	9.3798	6.9797	6.6902
0.5	0.503	31	0.2515	5.5678	0.6315	8.8166	7.0624	6.073
0.4	0.442	30	0.1768	5.4772	0.5616	9.7532	5.7544	5.9265
0.3	0.385	29	0.1155	5.3852	0.4873	11.05	4.3618	5.775
1.6	0.567	39	0.9072	6.245	0.9681	6.4509	13.117	7.0195
1.4	0.567	40	0.7938	6.3246	0.926	6.8301	12.195	7.0653
1.5	0.567	40	0.8505	6.3246	0.9475	6.675	12.626	7.0826
0.8	0.567	37	0.4536	6.0828	0.7685	7.9146	9.2882	6.6976
1.3	0.567	33	0.7371	5.7446	0.9034	6.3587	12.324	6.4673
0.9	0.503	31	0.4527	5.5678	0.768	7.2493	9.7931	6.1822
0.8	0.374	31	0.2992	5.5678	0.6691	8.3212	7.8144	6.103
0.4	0.385	20	0.154	4.4721	0.5363	8.3382	6.2548	4.9012
0.35	0.385	25	0.1348	5	0.513	9.7462	5.2604	5.4104
0.4	0.385	19	0.154	4.3589	0.5363	8.127	6.368	4.788
0.3	0.385	21	0.1155	4.5826	0.4873	9.4031	5.1644	4.9725
0.85	0.679	52	0.5772	7.2111	0.8327	8.6595	9.4437	7.8773
0.35	0.442	34	0.1547	5.831	0.5372	10.855	4.9122	6.2607
1	1.039	57	1.039	7.5498	1.0128	7.4543	12.707	8.3601
1.15	1.039	55	1.1949	7.4162	1.0611	6.9893	13.805	8.2651
1.2	1.039	58	1.2468	7.6158	1.0762	7.0764	13.909	8.4767
1	0.785	49	0.785	7	0.9226	7.5876	11.451	7.738
0.9	0.567	59	0.5103	7.6811	0.7993	9.6099	8.3047	8.3206
0.5	0.567	49	0.2835	7	0.6572	10.651	6.1441	7.5258
1.7	0.636	66	1.0812	8.124	1.0263	7.9156	12.403	8.9451
2	0.636	66	1.272	8.124	1.0834	7.4986	13.544	8.9908
1.6	0.636	61	1.0176	7.8102	1.0058	7.765	12.306	8.6149
1.2	0.636	62	0.7632	7.874	0.9139	8.6154	10.405	8.6052
1	0.636	63	0.636	7.9373	0.8601	9.2282	9.2648	8.6253
1.2	0.636	58	0.7632	7.6158	0.9139	8.3329	10.663	8.3469
0.6	0.636	58	0.3816	7.6158	0.7256	10.496	6.8955	8.1962

SS2

LE	SSE	SF	VE	S	V	S/V	Δ	T
1	0.173	14	0.173	3.7417	0.5575	6.7111	7.409	4.1877
0.9	0.173	13	0.1557	3.6056	0.5383	6.6979	7.1606	4.0362
1.3	0.173	16	0.2249	4	0.6084	6.5743	8.1687	4.4867
0.7	0.173	14	0.1211	3.7417	0.4951	7.5575	6.1602	4.1377
1.6	0.173	20	0.2768	4.4721	0.652	6.8592	8.5677	4.9937
0.7	0.173	19	0.1211	4.3589	0.4951	8.8042	5.543	4.755
1.1	0.173	20	0.1903	4.4721	0.5755	7.7707	7.0381	4.9325
1.2	0.132	15	0.1584	3.873	0.5414	7.1536	6.955	4.3061
0.8	0.132	8	0.1056	2.8284	0.473	5.9795	6.632	3.2068
1.1	0.132	13	0.1452	3.6056	0.5259	6.8555	6.9132	4.0263
0.7	0.132	11	0.0924	3.3166	0.4524	7.3304	5.7323	3.6786
1.2	0.132	12	0.1584	3.4641	0.5414	6.3984	7.3639	3.8972
0.3	0.353	19	0.1059	4.3589	0.4735	9.2063	5.1105	4.7377
0.8	0.353	25	0.2824	5	0.5554	7.6178	8.1271	5.5251
1	0.353	22	0.353	4.6904	0.707	6.6344	9.4492	5.256
0.3	0.353	27	0.1059	5.1962	0.4735	10.975	4.2732	5.5749
0.5	0.353	18	0.1765	4.2426	0.5613	7.5591	6.9826	4.6917
0.5	0.353	26	0.1765	5.099	0.5613	9.0849	6.1262	5.548
1.3	0.353	24	0.4589	4.899	0.7715	6.3497	10.532	5.5162
0.2	0.353	26	0.0706	5.099	0.4137	12.326	3.1743	5.43
0.7	0.353	31	0.2471	5.5678	0.6278	8.8686	6.9884	6.07
2.1	0.126	12	0.2546	3.4641	0.6423	5.3935	9.3814	3.9779
1	0.126	11	0.126	3.3166	0.5017	6.6111	6.7169	3.718
1.3	0.126	13	0.1638	3.6056	0.5475	6.5857	7.344	4.0435
1.5	0.126	15	0.189	3.873	0.5742	6.745	7.611	4.3323
0.4	0.126	13	0.0504	3.6056	0.3698	9.7513	3.7895	3.9014
0.7	0.189	12	0.1323	3.4641	0.5099	6.7938	6.7338	3.872
1.3	0.189	15	0.2457	3.873	0.6266	6.1807	8.6594	4.3743
0.7	0.189	15	0.1323	3.873	0.5099	7.5957	6.3249	4.2809
0.4	0.189	10	0.0756	3.1623	0.4232	7.4723	5.3018	3.5008
1.1	0.189	13	0.2079	3.6056	0.5927	6.0831	8.2487	4.0797
0.5	0.189	15	0.0945	3.873	0.4558	8.4962	5.244	4.2377
0.6	0.189	14	0.1134	3.7417	0.4844	7.7246	5.9459	4.1292
0.7	0.189	17	0.1323	4.1231	0.5099	8.0862	6.0748	4.531
1.1	0.221	17	0.2431	4.1231	0.6244	6.6033	8.365	4.6226
2	0.221	13	0.442	3.6056	0.7619	4.732	11.633	4.2151
1.9	0.221	17	0.4199	4.1231	0.749	5.5045	10.858	4.7223
0.7	0.221	16	0.1547	4	0.5372	7.4466	6.7431	4.4297
1.6	0.221	26	0.3536	5.099	0.7074	7.2083	9.0486	5.6649
0.8	0.221	22	0.1768	4.6904	0.5616	8.3722	6.5412	4.1397

SR1j

LE	SSE	SF	VE	S	V	S/V	Δ	T
0.5	0.028	10	0.011	3.1623	0.2414	13.102	5.2852	3.5516
0.6	0.028	15	0.0168	3.873	0.2565	15.101	5.1033	4.2867
0.3	0.028	7	0.0084	2.6458	0.2036	12.995	4.4804	2.9742
1.1	0.031	14	0.0341	3.7417	0.3246	11.525	7.6209	4.2653
0.7	0.031	15	0.0217	4	0.2793	14.323	5.7748	4.4505
0.5	0.031	15	0.0155	3.873	0.2497	15.512	4.8658	4.2757
1.1	0.028	6	0.0308	2.4495	0.3138	7.8053	8.5344	2.9557
0.4	0.028	3	0.0112	1.7321	0.2241	7.7298	6.1105	2.0935
0.2	0.028	2	0.0056	1.4142	0.1779	7.95	4.8119	1.7011
0.7	0.028	4	0.0196	2	0.27	7.4081	7.4491	2.4355
0.8	0.028	2	0.0224	1.4142	0.2822	5.0105	8.4645	1.8695
0.4	0.028	6	0.0112	2.4495	0.2241	10.932	5.3931	2.8109
1.15	0.015	5	0.0173	2.2361	0.2587	8.6424	6.8196	2.6534
1.9	0.015	4	0.0285	2	0.3058	6.5398	8.7036	2.4933
0.8	0.012	3	0.0096	1.7321	0.2129	8.137	5.7181	2.0754
0.2	0.015	4	0.003	2	0.1445	13.84	3.0577	2.2331
2.6	0.023	5	0.0598	2.2361	0.3914	5.7127	11.464	2.8674
1.8	0.023	6	0.0414	2.4495	0.3463	7.0732	9.6713	3.0081
0.2	0.023	1	0.0046	1	0.1666	6.0021	4.8313	1.2687
0.4	0.023	3	0.0092	1.7321	0.2099	8.2531	5.6132	2.0706
0.4	0.023	2	0.0092	1.4142	0.2099	6.7387	5.9311	1.7527
0.5	0.023	3	0.0115	1.7321	0.2261	7.6621	6.1798	2.0967
0.2	0.023	5	0.0046	2.2361	0.1666	13.421	3.5952	2.5048
0.6	0.025	3	0.015	1.7321	0.247	7.0133	6.9118	2.1304
0.2	0.025	1	0.005	1	0.1713	5.8377	4.9955	1.2763
0.3	0.025	2	0.0075	1.4142	0.1961	7.2131	5.448	1.7305
0.3	0.025	2	0.0075	1.4142	0.1961	7.2131	5.448	1.7305
0.6	0.025	2	0.015	1.4142	0.247	5.7263	7.2296	1.8126
0.1	0.025	5	0.0025	2.2361	0.136	16.443	2.5237	2.4554
1.4	0.031	3	0.0434	1.7321	0.3518	4.9235	10.581	2.2995
1.4	0.031	4	0.0434	2	0.3518	5.6852	10.313	2.5674
1.2	0.031	5	0.0372	2.2361	0.3342	6.691	9.4605	2.7751
1	0.031	5	0.031	2.2361	0.3145	7.1099	8.7715	2.7434
0.3	0.031	5	0.0093	2.2361	0.2106	10.616	5.1357	2.5758
3.2	0.025	7	0.08	2.6458	0.4312	6.1351	12.448	3.3414
0.8	0.025	3	0.02	1.7321	0.2718	6.3726	7.7808	2.1705
0.2	0.025	3	0.005	1.7321	0.1713	10.111	4.2634	2.0084
0.1	0.025	3	0.0025	1.7321	0.136	12.736	3.0277	1.9514
0.5	0.025	4	0.0125	2	0.2324	8.6052	6.1347	2.3749
0.3	0.025	6	0.0075	2.4495	0.1961	12.493	4.4127	2.7657

SR1a

LE	SSE	SF	VE	S	V	S/V	Δ	T
2.2	0.292	87	0.6424	9.3274	0.863	10.808	20.877	10.719
2.8	0.292	105	0.8176	10.247	0.9351	10.958	22.483	11.755
2.5	0.292	93	0.73	9.6437	0.9005	10.709	21.874	11.096
2	0.292	109	0.584	10.44	0.836	12.488	18.82	11.789
1.8	0.292	98	0.5256	9.8995	0.8072	12.264	18.352	11.201
1.3	0.292	104	0.3796	10.198	0.7243	14.08	15.152	11.366
1.3	0.292	122	0.3796	11.045	0.7243	15.25	14.305	12.214
1.8	0.292	120	0.5256	10.954	0.8072	13.571	17.297	12.256
1.3	0.292	108	0.3796	10.392	0.7243	14.348	14.958	11.561
1.8	0.292	110	0.5256	10.488	0.8072	12.993	17.764	11.79
2	0.292	84	0.584	9.1652	0.836	10.963	20.095	10.514
1.7	0.292	115	0.4964	10.724	0.792	13.541	16.995	12.001
1.8	0.292	92	0.5256	9.5917	0.8072	11.883	18.66	10.894
2.9	0.292	83	0.8468	9.1104	0.9461	9.6292	24.904	10.637
2.3	0.292	90	0.6716	9.4868	0.8758	10.832	21.168	10.9
1.9	0.292	91	0.5548	9.5394	0.8219	11.607	19.226	10.865
2	0.292	102	0.584	10.1	0.836	12.08	19.161	11.448
2.4	0.292	137	0.7008	11.705	0.8883	13.176	19.387	13.138
2.2	0.292	144	0.6424	12	0.863	13.905	18.204	13.392
2.4	0.292	146	0.7008	12.083	0.8883	13.602	19.009	13.516
2.2	0.292	153	0.6424	12.369	0.863	14.333	17.835	13.761
2.5	0.292	117	0.73	10.817	0.9005	12.012	20.701	12.269
2	0.292	120	0.584	10.954	0.836	13.103	18.306	12.303
2.3	0.363	106	0.8349	10.296	0.9417	10.933	22.663	11.815
3.3	0.363	106	1.1979	10.296	1.062	9.6948	26.873	12.909
3.8	0.363	110	1.3794	10.488	1.1131	9.4228	28.469	12.283
2.8	0.363	142	1.0164	11.916	1.0054	11.852	23.274	13.538
2.3	0.363	160	0.8349	12.649	0.9417	13.432	20.31	14.168
3	0.363	182	1.089	13.491	1.0288	13.113	22.517	15.15
2.7	0.363	148	0.9801	12.166	0.9933	12.247	22.601	13.768
1.8	0.139	64	0.2502	8	0.6304	12.69	14.065	9.0169
1.8	0.139	79	0.2502	8.8882	0.6304	14.099	13.176	9.9051
1.5	0.139	55	0.2085	7.4162	0.5933	12.5	13.349	8.3732
1.1	0.139	86	0.1529	9.2736	0.5351	17.332	9.4537	10.137
2.3	0.503	83	1.1569	9.1104	1.0497	8.6788	27.63	10.804
3.5	0.503	133	1.7605	11.533	1.2072	9.5528	30.721	13.48
3.8	0.503	129	1.9114	11.358	1.2408	9.1539	32.069	13.359
3.5	0.503	139	1.7605	11.79	1.2072	9.7659	30.464	13.737
4	0.503	140	2.012	11.832	1.2621	9.3747	32.343	13.868
3.6	0.503	144	1.8108	12	1.2186	9.8471	30.652	13.966

SR2

LE	SSE	SF	VE	S	V	S/V	Δ	T
4,7	0,322	87	1,5134	9,3274	1,148	8,1252	30,851	11,179
0,5	0,322	80	0,161	8,9443	0,5443	16,431	10,108	9,8223
4,2	0,322	38	1,3524	6,1644	1,1058	5,5749	32,537	7,948
0,3	0,322	56	0,0966	7,4833	0,4592	16,297	8,5885	8,224
3,1	0,322	102	0,9982	10,1	0,9994	10,106	24,88	11,712
1,3	0,322	104	0,4186	10,198	0,7483	13,629	15,991	11,405
2	0,322	95	0,644	9,7468	0,8637	11,285	20,482	11,14
3,3	0,322	159	1,0626	12,61	1,0204	12,357	23,105	14,255
0,9	0,322	83	0,2898	9,1104	0,662	13,761	14,061	10,178
2,7	0,322	179	0,8694	13,379	0,9545	14,017	20,027	14,919
0,4	0,238	70	0,0952	8,3666	0,457	18,309	7,6273	9,1037
3,5	0,238	70	0,833	8,3666	0,941	8,8915	24,567	9,8844
0,3	0,238	28	0,0714	5,2915	0,4152	12,744	9,2413	5,9613
0,5	0,238	72	0,119	8,4853	0,4922	17,239	8,7423	9,2792
2	0,238	45	0,476	6,7082	0,781	8,5894	20,626	7,9679
2,8	0,238	90	0,6664	9,4868	0,8736	10,86	21,089	10,896
1	0,238	71	0,238	8,4261	0,62	13,59	13,274	9,4262
2,4	0,212	59	0,5088	7,6811	0,7985	9,6194	20,267	8,9691
0,7	0,212	77	0,1484	8,775	0,5298	16,564	9,767	9,6295
4,8	0,212	18	1,0176	4,2426	1,0058	4,2181	30,961	5,865
0,15	0,212	61	0,0318	7,8102	0,3172	24,624	3,2911	8,3219
4,5	0,212	51	0,954	7,8102	0,9844	7,9337	26,645	9,3982
2,3	0,212	97	0,4876	9,8489	0,7873	12,51	17,706	11,119
2,6	0,212	69	0,5512	8,3066	0,8201	10,129	20,396	9,6294
1	0,212	119	0,212	10,909	0,5966	18,285	9,9716	11,871
0,7	0,273	73	0,1911	8,544	0,5763	14,825	11,627	9,4736
1,8	0,273	41	0,4914	6,4031	0,7893	8,1123	21,223	7,6763
2,2	0,273	72	0,6006	8,4853	0,8439	10,055	21,05	9,8464
0,9	0,273	39	0,2457	6,245	0,6266	9,9661	15,687	7,2557
2,7	0,273	83	0,7371	9,1104	0,9034	10,084	22,509	10,568
1,4	0,273	86	0,3822	9,2736	0,7259	12,775	16,134	10,445
1,4	0,273	54	0,3822	7,3485	0,7259	10,123	18,06	8,5194
1,8	0,273	121	0,4914	11	0,7893	13,936	16,626	12,273
3,8	0,264	63	1,0032	7,9373	1,0011	7,9288	27,1	9,552
1,3	0,264	72	0,3432	8,4853	0,7004	12,115	16,028	9,615
1,7	0,264	32	0,4488	5,6569	0,7658	7,3865	21,147	6,8921
2,6	0,264	80	0,6864	8,9443	0,8822	10,138	21,934	10,367
1,1	0,264	38	0,2904	6,1644	0,6625	9,3049	17,023	7,233
3	0,264	66	0,792	8,124	0,9253	8,78	24,261	9,6165
2	0,264	82	0,528	9,0554	0,8084	11,201	19,239	10,359

SR 3-4

LE	SSE	SF	VE	S	V	S/V	Δ	T
1	0,229	38	0,229	6,1644	0,6121	10,071	15,259	7,1517
4,4	0,229	47	1,0076	6,8557	1,0025	6,8384	28,233	8,4727
0,1	0,229	43	0,0229	6,5574	0,2843	23,063	3,3942	7,0161
3,2	0,229	25	0,7328	5	0,9017	5,5454	26,558	6,4544
1,2	0,229	55	0,2748	7,4162	0,6504	11,402	15,348	8,4653
1,1	0,229	45	0,2519	6,7082	0,6318	10,617	15,406	7,7274
2,3	0,229	36	0,5267	6	0,8078	7,428	22,271	7,3029
0,6	0,229	77	0,1374	8,775	0,5164	16,994	9,2975	9,6078
1,6	0,229	43	0,3664	6,5574	0,7158	9,1609	18,496	7,712
1,1	0,229	82	0,2519	9,0554	0,6318	14,332	13,059	10,075
3,3	0,212	37	0,6096	6,0828	0,8878	6,8512	24,992	7,5148
1,1	0,212	47	0,2332	6,8557	0,6158	11,133	14,698	7,849
2,2	0,212	62	0,4664	7,874	0,7757	10,151	19,276	9,1252
0,1	0,212	26	0,0212	5,099	0,2771	18,4	4,6002	5,546
2,6	0,212	77	0,5512	8,775	0,8201	10,7	19,928	10,098
1,1	0,212	72	0,2332	8,4853	0,6158	13,779	13,068	9,4786
1,6	0,212	39	0,3392	6,245	0,6977	8,9514	18,173	7,3703
2,4	0,212	95	0,5088	9,7468	0,7985	12,206	18,201	11,035
1,3	0,212	39	0,2756	6,245	0,651	9,5922	16,542	7,2951
1,9	0,212	66	0,4028	8,124	0,7387	10,997	17,732	9,3156
1,5	0,212	76	0,318	8,7178	0,6828	12,767	15,181	9,8192
2,5	0,221	52	0,5525	7,2111	0,8207	8,7863	21,514	8,5349
0,1	0,221	21	0,0221	4,5826	0,281	16,309	5,2519	5,0358
2,4	0,221	33	0,5304	5,7446	0,8096	7,0952	22,593	7,0505
0,5	0,221	42	0,1105	6,4807	0,4802	13,495	10,327	7,2553
0,7	0,221	21	0,1547	4,5826	0,5372	8,5312	14,218	5,449
1,5	0,221	47	0,3315	6,8557	0,6923	9,9021	17,376	7,9724
0,5	0,221	23	0,1105	4,7958	0,4802	9,9868	12,012	5,5704
1,2	0,221	42	0,2652	6,4807	0,6428	10,083	16,016	7,5175
0,9	0,221	57	0,1989	7,5498	0,584	12,927	12,892	8,4919
0,8	0,221	27	0,1768	5,1962	0,5616	9,2527	14,459	6,102
1,2	0,221	73	0,2652	8,544	0,6428	13,293	13,953	9,5808
3,8	0,229	51	0,8702	7,1414	0,9548	7,4798	26,275	8,6815
1	0,229	62	0,229	7,874	0,6121	12,864	13,55	8,8613
3,9	0,229	31	0,8931	5,5678	0,9631	5,7814	28,139	7,1212
0,1	0,229	62	0,0229	7,874	0,2843	27,693	2,0776	8,3326
3,5	0,229	65	0,8015	8,0623	0,929	8,6787	24,452	9,5607
0,9	0,229	59	0,2961	7,6811	0,591	12,997	13,004	8,6344
1,8	0,229	47	0,4122	6,8557	0,7444	9,2091	19,2	8,0564
2,2	0,229	77	0,5038	8,775	0,7959	11,025	19,081	10,059

SR7

LE	SSE	SF	VE	S	V	S/V	Δ	T
1,5	0,126	37	0,189	6,0828	0,5742	10,593	14,014	7,0089
2,1	0,126	62	0,2646	7,874	0,6423	12,26	14,606	8,91
0,7	0,126	32	0,0892	5,6569	0,4455	12,698	9,9354	6,3754
1,2	0,126	65	0,1512	8,0623	0,5331	15,124	10,595	8,9221
1	0,126	73	0,126	8,544	0,5017	17,031	9,0147	9,3532
0,7	0,126	20	0,0882	4,4721	0,4455	10,039	11,12	5,1907
0,8	0,126	57	0,1008	7,5498	0,4657	16,21	8,7514	8,3011
0,5	0,126	46	0,063	6,7823	0,3983	17,029	7,1572	7,4247
0,5	0,126	51	0,063	7,1414	0,3983	17,931	6,7981	7,7838
0,6	0,126	16	0,0756	4	0,4232	9,4518	10,812	4,6826
2	0,126	19	0,252	4,3589	0,6319	6,8978	17,759	5,3782
0,2	0,126	17	0,0252	4,1231	0,2935	14,046	6,1508	4,5966
0,4	0,126	20	0,0504	4,4721	0,3698	12,095	8,4691	5,0685
0,6	0,126	36	0,0756	6	0,4232	14,178	8,8121	6,6826
1	0,196	48	0,196	6,9282	0,5812	11,921	13,414	7,8657
1,1	0,196	73	0,2156	8,544	0,5999	14,242	12,454	9,5117
0,6	0,196	48	0,1176	6,9282	0,4903	14,131	10,232	7,719
0,6	0,196	47	0,1176	6,8557	0,4903	13,983	10,304	7,6465
0,6	0,196	73	0,1176	8,544	0,4903	17,427	8,6159	9,3348
0,7	0,196	58	0,1372	7,6158	0,5161	14,756	10,448	8,4483
0,5	0,166	33	0,083	5,7446	0,4366	13,158	9,5354	6,4487
1,8	0,166	24	0,2988	4,899	0,6688	7,3249	18,509	5,9778
1,7	0,166	53	0,2822	7,2801	0,6562	11,094	15,687	8,3386
0,3	0,166	8	0,0498	2,8284	0,3683	7,6801	10,061	3,4225
1,7	0,166	27	0,2822	5,1962	0,6562	7,9186	17,771	6,2546
0,9	0,166	47	0,1494	6,8557	0,531	12,912	11,728	7,7121
1,2	0,166	29	0,1992	5,3852	0,5843	9,2159	15,067	6,3277
1,1	0,166	76	0,1826	8,7178	0,5676	15,358	11,15	9,6334
0,8	0,166	40	0,1328	6,3246	0,5105	12,388	11,544	7,148
0,9	0,166	64	0,1494	8	0,531	15,067	10,583	8,8564
0,8	0,166	55	0,1328	7,4162	0,5105	14,526	10,453	8,2397
0,9	0,126	21	0,1134	4,5826	0,4844	9,4607	12,371	5,3639
0,1	0,126	35	0,0126	5,9161	0,233	25,387	2,2402	6,292
0,9	0,126	21	0,1134	5,5678	0,4844	11,495	11,386	6,3491
0,2	0,126	14	0,0252	3,7417	0,2935	12,747	6,5322	4,2151
0,5	0,126	51	0,063	7,1414	0,3983	17,931	6,7981	7,7838
0,7	0,071	19	0,0497	4,3589	0,368	11,844	8,5223	4,9525
0,8	0,071	19	0,0568	4,3589	0,3848	11,329	9,108	4,9795
0,2	0,071	14	0,0142	3,7417	0,2425	15,43	4,7458	4,1328
0,3	0,071	14	0,0213	3,7417	0,2776	13,481	5,9728	4,1894

SR8

LE	SSE	SF	VE	S	V	S/V	Δ	T
0,5	0,096	37	0,048	6,0828	0,3638	16,72	6,65	6,6696
0,2	0,096	31	0,0192	5,5678	0,2681	20,765	3,8167	6,0003
0,5	0,096	45	0,048	6,7082	0,3638	18,44	6,0245	7,295
0,3	0,096	20	0,0288	4,4721	0,3069	14,573	6,2689	4,9671
0,4	0,096	47	0,0384	6,8557	0,3377	20,299	4,9652	7,4004
0,4	0,096	63	0,0384	7,9373	0,3377	23,501	3,8836	8,482
0,5	0,096	26	0,048	5,099	0,3638	14,016	7,6337	5,6858
0,5	0,096	40	0,0576	6,3246	0,3866	16,361	7,2052	6,9481
1,3	0,126	134	0,1638	11,576	0,5475	21,144	7,5859	12,459
1,3	0,126	80	0,1638	8,9443	0,5175	16,337	10,217	9,8274
0,7	0,126	91	0,0882	9,5394	0,4455	21,413	6,0529	10,258
1,2	0,126	94	0,1512	9,6954	0,5331	18,188	8,9624	10,555
1	0,126	79	0,126	8,8882	0,5017	17,717	8,6705	9,6974
0,9	0,126	117	0,1134	10,817	0,4844	22,331	6,1366	11,598
1,4	0,126	102	0,1764	10,1	0,5612	17,998	9,541	11,005
1	0,126	103	0,126	10,149	0,5017	20,23	7,4098	10,958
1,1	0,126	91	0,1386	9,5394	0,5179	18,421	8,5855	10,375
0,7	0,126	53	0,0882	7,2801	0,4455	16,342	8,3122	7,9987
0,6	0,126	62	0,0756	7,874	0,4232	18,606	6,9381	8,5566
0,7	0,086	93	0,0602	9,6437	0,3923	24,583	4,0864	10,276
0,6	0,086	95	0,0516	9,7468	0,3727	26,155	3,2963	10,348
0,5	0,086	33	0,043	5,7446	0,3507	16,38	6,5302	6,3103
0,5	0,086	76	0,043	8,7178	0,3507	24,858	3,557	9,2835
0,6	0,086	75	0,0516	8,6603	0,3727	23,239	4,3828	9,2614
0,8	0,086	93	0,0688	9,6437	0,4101	23,514	4,7107	10,305
0,5	0,086	41	0,043	6,4031	0,3507	18,258	5,8716	6,9688
0,9	0,086	74	0,0774	8,6023	0,4265	20,168	6,3263	9,2903
0,7	0,086	112	0,0602	10,583	0,3923	26,978	3,1471	11,216
0,9	0,086	65	0,0774	8,0623	0,4265	18,902	6,8663	8,7503
0,4	0,086	32	0,0344	5,6569	0,3256	17,374	5,7389	6,182
0,7	0,066	87	0,0462	9,3274	0,3592	25,968	3,2443	9,9068
0,6	0,066	72	0,0396	8,4853	0,3412	24,868	3,4574	9,0357
0,5	0,066	71	0,033	8,4261	0,3211	26,24	2,813	8,9441
0,5	0,066	57	0,033	7,5498	0,3211	23,511	3,6893	8,0678
0,6	0,066	57	0,0396	7,5498	0,3412	22,126	4,3928	8,1002
0,5	0,066	48	0,033	6,9282	0,3211	21,575	4,3109	7,4462
0,7	0,066	30	0,0462	5,4772	0,3592	15,249	7,0945	6,0566
0,5	0,066	43	0,033	6,5574	0,3211	20,421	4,6817	7,0754
0,7	0,066	24	0,0462	4,899	0,3592	13,639	7,6727	5,4784
0,2	0,066	3	0,0132	1,7321	0,2367	7,3183	6,5516	2,1138

ANNEXE 5**DONNEES DE VITESSE DE CROISSANCE**

* Abréviations utilisées :

AVV : Alstonia vieillardii var. vieillardii

CO : Cecropia obtusa

CA : Coffea arabica var. nain

MA : Miconia alata

MC : Miconia ciliata

RC : Ricinus communis

SS : Scaevola sericea

SR : Solanum rugosum

* Les paramètres retenus sont décrits dans l'ANNEXE 3

* L est exprimé en cm

SFT est exprimé en cm^2

VT est exprimé en cm^3

S est exprimé en cm

V est exprimé en cm

S/V n'a pas d'unité

Δ est exprimé en cm

T est exprimé en cm

AVV

L	SFT	VT	S	V	S/V	Δ	T
3,7	441	0,488	21	0,7875	26,667	2,6246	24,937
2	148	0,141	12,166	0,5208	23,358	3,4592	14,77
2,9	378	0,482	19,442	0,7843	24,791	4,0853	23,363
1,4	51	0,06	7,1414	0,3919	18,225	4,6142	9,1007
3	294	0,416	17,146	0,7467	22,962	5,2552	20,88
3,2	336	0,532	18,33	0,8105	22,617	5,9833	22,383
3,1	264	0,429	16,248	0,7544	21,537	6,3843	20,02
2	81	0,141	9	0,5208	17,28	6,6247	11,604
3,8	404	0,717	20,1	0,8951	22,454	6,7543	24,575
3,8	316	0,578	17,776	0,8331	21,336	7,218	21,942
4	283	0,636	16,823	0,8601	19,559	8,9805	21,123
11,5	1238	3,361	35,185	1,4973	23,499	9,7343	42,672
4,5	355	0,884	18,841	0,9598	19,631	9,9518	23,64
13,6	1605	4,653	40,062	1,6686	24,009	9,9959	48,406
9	1010	2,717	31,78	1,3949	22,783	10,067	38,755
7,6	635	1,679	25,199	1,1883	21,205	10,451	31,141
4,2	236	0,639	15,362	0,8615	17,833	10,481	19,67
4	289	0,785	17	0,9226	18,427	10,677	21,613
9,8	594	1,629	24,372	1,1764	20,717	10,921	30,254
10	948	3,117	30,79	1,4602	21,086	13,017	38,091
9	122	0,554	11,045	0,8215	13,446	13,599	15,153
12,3	88	0,468	9,3808	0,7766	12,08	13,917	13,264
11,3	256	1,15	16	1,0476	15,272	15,429	21,238
16,5	858	3,92	29,292	1,576	18,586	17,989	37,172
14	129	0,99	11,358	0,9967	11,396	18,542	16,341
16,5	819	3,92	28,618	1,576	18,158	18,663	36,498
38,3	1844	14,74	42,942	2,4497	17,53	30,549	55,19

CO

L	SFT	VT	S	V	S/V	Δ	T
3,6	354	2,828	18,815	1,4137	13,309	13,501	22,872
3,8	119	1,3	10,909	1,0913	9,9961	14,038	14,041
5,4	344	3,21	18,547	1,4746	12,578	15,161	22,779
3,4	115	1,462	10,724	1,1348	9,4498	15,218	13,981
4,7	274	3,124	16,553	1,4613	11,328	16,852	20,747
3,6	162	2,392	12,728	1,337	9,5198	17,836	16,565
5,9	237	3,753	15,395	1,5533	9,9107	20,115	19,853
5,9	398	5,405	19,95	1,754	11,374	20,146	24,984
4,8	300	4,729	17,321	1,6776	10,324	21,03	22,135
3,8	308	5,04	17,55	1,7136	10,242	21,623	22,468
5,1	514	7,518	22,672	1,9577	11,581	22,081	28,29
4,6	455	7,081	21,331	1,919	11,115	22,538	26,838
4,2	703	11,289	28,16	2,2415	12,563	23,08	34,593
6,9	478	8,066	21,863	2,0041	10,909	23,95	27,615
8,4	642	14,256	25,338	2,4226	10,459	30,043	32,291
9,2	1269	26,637	35,623	2,9832	11,941	32,574	44,185
9,4	968	23,655	31,113	2,8676	10,85	34,44	39,343
11,8	1365	33,456	36,946	3,2185	11,479	36,628	46,183
14,9	1448	42,69	38,053	3,4906	10,901	41,742	48,071
17	2172	68,195	46,605	4,0798	11,423	46,66	58,314

CA

L	SFT	VT	S	V	S/V	Δ	T
2,4	107	0,169	10,344	0,5532	18,698	5,1457	12,285
2,3	92	0,153	9,5917	0,5352	17,922	5,3935	11,47
2,3	57	0,132	7,5498	0,5095	14,818	6,7164	9,3377
3,2	70	0,165	8,3666	0,5488	15,245	7,0001	10,292
3,2	113	0,256	10,63	0,6352	16,734	7,1568	12,859
5,1	134	0,317	11,576	0,6821	16,971	7,5232	13,969
6,6	125	0,306	11,18	0,6741	16,585	7,6954	13,546
3,9	69	0,193	8,3066	0,5782	14,366	7,8834	10,336
3,3	41	0,177	6,4031	0,5618	11,398	9,327	8,3745
5,6	122	0,387	11,045	0,729	15,152	9,3657	13,603
2,9	93	0,33	9,6437	0,6913	13,95	9,7127	12,069
4,8	77	0,314	8,775	0,68	12,905	10,264	11,161
4,2	112	0,425	10,583	0,7521	14,072	10,475	13,222
7,9	202	0,689	14,213	0,8833	16,09	10,521	17,312
3,7	83	0,359	9,1104	0,711	12,814	10,797	11,605
9	204	0,743	14,283	0,9058	15,768	11,08	17,461
5,9	195	0,739	13,964	0,9042	15,444	11,353	17,137
8,2	204	0,931	14,283	0,9765	14,627	13,058	17,709
9,2	118	0,645	10,863	0,8641	12,571	13,333	13,895
8,1	134	0,949	11,576	0,9827	11,779	15,94	15,024
7,9	151	1,102	12,288	1,0329	11,897	16,632	15,913
11	153	1,248	12,369	1,0766	11,49	17,774	16,147
9,2	228	1,62	15,1	1,1743	12,859	17,78	19,22
7,9	284	2,059	16,852	1,2719	13,25	18,76	21,315
8,7	200	1,886	14,142	1,2353	11,449	20,445	18,477
9,4	240	2,201	15,492	1,3004	11,913	20,921	20,055
9,4	192	2,088	13,856	1,2778	10,844	21,923	18,34

MA

L	SFT	VT	S	V	S/V	Δ	T
1,9	111	0,109	10,536	0,478	22,039	13,366	11,505
4,2	99	0,223	9,9499	0,6067	16,4	20,386	11,18
5,1	200	0,36	14,142	0,7116	19,873	21,439	15,585
4,1	98	0,309	9,8995	0,6763	14,637	23,917	11,27
5	62	0,265	7,874	0,6426	12,253	24,256	9,1766
8,1	141	0,398	11,874	0,7358	16,138	24,916	13,366
5,5	126	0,415	11,225	0,7461	15,044	26,081	12,737
4,8	74	0,362	8,6023	0,7129	12,066	27,044	10,047
7	130	0,495	11,402	0,7912	14,41	28,16	13,006
6,1	113	0,522	10,63	0,8053	13,199	29,637	12,263
8	200	0,708	14,142	0,8914	15,866	30,427	15,949
6,2	136	0,597	11,662	0,8422	13,847	30,447	13,369
7,1	175	0,683	13,229	0,8808	15,02	30,81	15,014
10	209	0,804	14,457	0,9299	15,546	32,04	16,342
9,4	137	0,709	11,705	0,8918	13,125	32,885	13,512
8,6	246	0,925	15,684	0,9744	16,097	33,034	17,659
10,1	129	0,714	11,358	0,8939	12,706	33,336	13,17
10,3	263	0,991	16,217	0,997	16,266	33,632	18,238
8,9	203	0,906	14,248	0,9677	14,724	34,135	16,209
12,3	271	1,09	16,462	1,0291	15,996	34,994	18,548
6,3	130	0,832	11,402	0,9406	12,122	35,628	13,308
6,7	121	0,842	11	0,9443	11,648	36,217	12,914
8,3	295	1,629	17,176	1,1764	14,6	41,646	19,56
19,3	340	1,945	18,439	1,248	14,775	43,96	20,969
21,4	331	2,397	18,193	1,3379	13,598	48,702	20,905

MC

L	SFT	VT	S	V	S/V	Δ	T
3,6	136	0,254	11,662	0,6336	18,406	-1,914	15,807
2,9	101	0,166	10,05	0,5499	18,275	-1,589	13,647
4,6	131	0,325	11,446	0,6878	16,641	-0,864	15,945
2,8	87	0,172	9,3274	0,5565	16,762	-0,766	12,968
3,5	119	0,337	10,909	0,6961	15,67	-0,198	15,463
4,1	42	0,071	6,4807	0,4144	15,637	-0,104	9,1921
3,7	106	0,298	10,296	0,6682	15,408	-0,015	14,667
1,6	38	0,066	6,1644	0,4045	15,24	0,0587	8,8106
2,8	42	0,088	6,4807	0,4452	14,558	0,368	9,393
3,9	72	0,191	8,4853	0,5762	14,726	0,3798	12,255
2,2	77	0,212	8,775	0,5966	14,709	0,4034	12,678
1,3	24	0,041	4,899	0,3452	14,192	0,4118	7,1572
11,6	159	0,606	12,61	0,8464	14,898	0,412	18,147
5,2	94	0,298	9,6954	0,6682	14,509	0,5851	14,067
4,8	95	0,339	9,7468	0,6975	13,974	0,9845	14,31
1,8	26	0,075	5,099	0,4221	12,081	1,3947	7,8603
2,5	34	0,104	5,831	0,4706	12,39	1,4096	8,9098
2,5	34	0,104	5,831	0,4706	12,39	1,4096	8,9098
1,4	29	0,086	5,3852	0,4418	12,19	1,4113	8,2752
5,6	69	0,253	8,3066	0,6328	13,128	1,4284	12,446
4,5	71	0,277	8,4261	0,6521	12,921	1,6071	12,692
6,7	113	0,527	10,63	0,8079	13,158	1,7995	15,915
9	74	0,355	8,6023	0,7083	12,145	2,2951	13,236

RC

L	SFT	VT	S	V	S/V	Δ	T
5,9	2405	5,37	49,041	1,7502	28,021	-18,15	60,714
2,5	1218	1,06	34,9	1,0196	34,229	-16,9	41,701
9,7	3210	11,9	56,657	2,2812	24,837	-16,39	71,872
5,45	2127	5,22	46,119	1,7337	26,601	-15,52	57,683
5,2	1694	3,34	41,158	1,4942	27,545	-14,79	51,125
8	2260	6,56	47,539	1,8708	25,411	-14,52	60,018
4,3	1793	3,99	42,344	1,5853	26,71	-14,36	52,918
6,7	2498	8,71	49,98	2,056	24,309	-13,69	63,694
4,3	1114	2	33,377	1,2596	26,497	-11,14	41,778
8,45	1825	5,8	42,72	1,7956	23,791	-11,03	54,697
3,1	987	1,74	31,417	1,2025	26,125	-10,19	39,438
2,4	571	0,756	23,896	0,9111	26,228	-7,815	29,972
4,1	628	1,19	25,06	1,0596	23,65	-6,357	32,128
6	979	3,13	31,289	1,4622	21,398	-5,481	41,042
1,1	208	0,23	14,422	0,613	23,528	-3,603	18,511
1,5	268	0,38	16,371	0,7245	22,594	-3,582	21,203
0,9	178	0,17	13,342	0,5543	24,07	-3,558	17,039
1,1	227	0,28	15,067	0,6545	23,02	-3,515	19,432
0,9	177	0,21	13,304	0,5947	22,371	-2,808	17,271
11,4	1657	10,96	40,706	2,2195	18,34	-1,532	55,51
0,9	99	0,12	9,9499	0,4936	20,158	-1,238	13,242
0,65	54	0,068	7,3485	0,4085	17,988	-0,138	10,073
10,3	1265	8,19	35,567	2,0143	17,657	-0,014	49,002
0,6	48	0,09	6,9282	0,4485	15,447	0,9878	9,9197
20,3	3781	53,18	61,49	3,7556	16,373	4,7957	86,539
22,4	3921	57,26	62,618	3,8491	16,268	5,3196	88,292
2,7	174	3,33	13,191	1,4927	8,8369	13,155	23,147
31,9	6297	148,24	79,354	5,2836	15,019	13,902	114,6
37,8	3399	95,99	58,301	4,5717	12,752	22,39	88,794
45,1	3738	149,73	61,139	5,3012	11,533	32,428	96,498

SS

L	SFT	VT	S	V	S/V	Δ	T
0,75	22	0,067	4,6904	0,4065	11,538	3,44	5,0156
5,5	362	1,553	19,026	1,1579	16,432	4,1311	19,953
2,3	88	0,331	9,3808	0,692	13,556	4,4591	9,9344
5,6	421	1,964	20,518	1,252	16,388	4,5224	21,52
4,1	100	0,477	10	0,7815	12,795	5,6306	10,625
5,1	144	0,715	12	0,8943	13,418	5,886	12,715
4,3	141	0,726	11,874	0,8989	13,21	6,1029	12,593
4,1	107	0,596	10,344	0,8417	12,29	6,4899	11,017
4,8	176	0,977	13,266	0,9923	13,37	6,5791	14,06
4,4	236	1,332	15,362	1,1002	13,964	6,6411	16,242
4,85	77	0,463	3,775	0,7738	11,34	6,7014	9,394
5,5	157	0,972	12,53	0,9906	12,649	7,2818	13,322
4,3	223	1,383	14,933	1,114	13,405	7,3473	15,824
4,5	241	1,517	15,524	1,1489	13,513	7,4531	16,443
5,2	302	1,932	17,378	1,2452	13,956	7,5259	18,374
6,7	211	1,363	14,526	1,1086	13,102	7,6468	15,413
4,9	168	1,113	12,961	1,0363	12,508	7,7644	13,791
5,4	374	2,855	19,339	1,4181	13,637	9,0236	20,474
6	163	1,323	12,767	1,0977	11,631	9,1866	13,645
7,1	186	1,546	13,638	1,1561	11,796	9,4844	14,563
8,1	451	3,849	21,237	1,5665	13,557	10,093	22,49
8,6	155	1,567	12,45	1,1613	10,72	10,777	13,379
8,3	481	4,437	21,932	1,6424	13,353	10,916	23,246
10,1	414	3,913	20,347	1,5751	12,918	11,155	21,607
7,9	482	4,809	21,954	1,687	13,014	11,786	23,304
12,3	348	3,944	18,655	1,5792	11,813	12,93	19,918
12,1	176	2,302	13,206	1,32	10,05	13,134	14,323
13	177	2,75	13,304	1,4005	9,4992	14,707	14,425
15,1	84	2,095	9,1652	1,2792	7,1645	16,42	10,189
21,9	129	2,862	11,358	1,4193	8,0025	17,028	12,493
23,9	188	5,987	13,711	1,8147	7,5556	22,583	15,163

SR

L	SFT	VT	S	V	S/V	Δ	T
1,3	102	0,054	10,1	0,3783	26,694	3,1425	10,71
1,2	127	0,074	11,269	0,4202	26,819	3,4375	11,947
2,2	153	0,135	12,369	0,5133	24,096	5,5974	13,197
1,4	85	0,08	9,2195	0,4312	21,379	5,8742	9,9152
1,1	34	0,038	5,831	0,3366	17,325	5,9488	6,3738
3,5	186	0,2	13,638	0,5851	23,308	6,8409	14,582
4,3	176	0,194	13,266	0,5792	22,904	7,0059	14,201
4,7	260	0,289	16,125	0,6614	24,379	7,0253	17,191
3	157	0,185	12,53	0,5701	21,978	7,4243	13,45
4,8	213	0,296	14,595	0,6667	21,89	8,7405	15,67
4,7	205	0,289	14,318	0,6614	21,647	8,832	15,385
2,6	149	0,222	12,207	0,6058	20,149	8,9968	13,184
6,4	274	0,394	16,553	0,7333	22,572	9,1137	17,736
10,8	362	0,713	19,026	0,8935	21,295	12,245	20,467
8	194	0,493	13,928	0,7902	17,627	13,727	15,203
9,5	372	0,914	19,287	0,9705	19,874	14,68	20,853
9,6	264	0,77	16,248	0,9166	17,726	15,835	17,727
13,8	498	1,328	22,316	1,0991	20,304	16,152	24,089
12,5	294	0,884	17,146	0,9598	17,865	16,446	18,695
13	541	1,65	23,259	1,1815	19,687	18,092	25,165
17,3	620	1,96	24,9	1,2512	19,901	18,892	26,918
15,7	271	1,04	16,462	1,0131	16,248	18,998	18,096
13,9	521	1,747	22,825	1,2042	18,956	19,32	24,768
17	364	1,367	19,079	1,1097	17,193	19,761	20,869
9,3	415	1,509	20,372	1,1468	17,763	19,768	22,221
15,7	369	1,425	19,209	1,1252	17,072	20,172	21,024
19	444	2,043	21,071	1,2686	16,61	23,329	23,118
21,1	405	2,65	20,125	1,3834	14,547	28,294	22,356
24,4	469	3,066	21,656	1,4522	14,913	29,171	23,999

ANNEXE 6

DONNEES RELATIVES A LA TAILLE DE L ' INFLORESCENCE

* Espèce étudiée : Ricinus communis (cf. 2ème PARTIE II-9-6)

* LI correspond à la longueur de l'inflorescence et est

exprimé en cm

* Les unités des autres paramètres sont identiques à

celles données dans l'ANNEXE 4

RC-I

SF	SSE	VE	S	V	S/V	Δ	T	LI
682	0,554	1,11	26,115	1,0354	25,223	-7,841	33,021	13,5
387	0,264	0,37	19,672	0,7181	27,393	-6,997	24,462	6,8
455	0,694	0,694	21,331	0,8855	24,09	-5,792	27,237	14,2
588	0,724	1,303	24,249	1,0921	22,203	-4,973	31,533	8,3
770	0,709	2,2	27,749	1,3002	21,341	-4,799	36,422	11,6
829	1,227	3,07	28,792	1,4528	19,818	-3,15	38,483	16,5
410	0,735	0,961	20,248	0,9868	20,518	-2,831	26,831	14,5
464	0,724	1,23	21,541	1,0714	20,106	-2,631	28,687	17,2
418	0,694	1,04	20,443	1,0131	20,18	-2,563	27,203	14,5
337	0,49	0,735	18,358	0,9026	20,34	-2,427	24,378	8,7
642	1,112	2,22	25,338	1,3042	19,428	-2,319	34,037	20,2
666	0,709	2,41	25,807	1,3403	19,254	-2,15	34,747	9,5
852	0,899	3,69	29,189	1,5446	18,897	-1,927	39,492	13
460	1,41	1,41	21,448	1,1212	19,129	-1,658	28,926	17,5
601	0,817	2,21	24,515	1,3022	18,826	-1,531	33,201	16,2
513	1,41	1,974	22,65	1,2542	18,06	-0,514	31,015	20,5
651	0,865	2,94	25,515	1,4321	17,817	-0,239	35,067	13,5
460	1,41	1,806	21,448	1,2176	17,615	0,0422	29,569	17,6
1008	1,286	5,92	31,749	1,8079	17,561	0,1611	43,808	14,1
709	0,95	3,8	26,627	1,5598	17,071	0,9034	37,031	22
132	0,385	0,346	11,489	0,7023	16,36	0,9062	16,173	6,2
177	0,554	0,55	13,304	0,8195	16,235	1,1598	18,77	11,5
517	0,724	2,606	22,738	1,3757	16,528	1,5432	31,913	14
100	0,283	0,283	10	0,6568	15,225	1,5928	14,381	5,2
636	1,561	3,904	25,219	1,5739	16,023	2,56	35,717	24
303	0,694	1,596	17,407	1,1684	14,897	3,2162	25,2	12,5
983	2,351	7,99	31,353	1,9978	15,694	3,908	44,678	29
492	0,916	4,4	22,181	1,6378	13,543	6,7267	33,105	14,5
557	1,188	5,47	23,601	1,761	13,402	7,4301	35,346	26,4
547	1,651	6,44	23,388	1,8593	12,579	9,4293	35,79	21,2
676	1,935	8,13	26	2,0094	12,939	9,4654	39,403	32,2

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AGHION D.-1963-Néof ormation de bourgeons floraux sur des
fragments de hampe inflorescentielle de
tabac en culture stérile
Bull.Soc.Bot.Fr.Mém.:141-142
- ARBER A.-1946-GOETHE's Botany
Chron.Bot.,Vol.10,n°2:63-124
- ASHBY E.-1948-Studies in the morphogenesis of leaves
I-an essay on leaf shape
New.Phytol.,47(2):153-176
- ASHTON P.S.-1976-a-The crown characteristics of Tropical
trees
In P.B.TOMLINSON and M.H.ZIMMERMANN
eds., " Tropical trees as living
systems",CAMBRIDGE University Press,
pp 591-615
- b-Ecology and the Durian theory
Garden's Bull.,29:19-23
- BAKKALI M.-1985-Etude théorique de la ramification des
végétaux par simulations
-rapport de stage-
D.E.A.,Université d'AIX-MARSEILLE III
"Laboratoire de Botanique analytique et

structuralisme végétal", 16p+annexes et
planches

BALTET C.-1913-L'art de greffer

PARIS, MASSON et Cie éd., 9ème édition,
540p

BANCILHON L.-1965-Sur la mise en évidence d'un rôle

"organisateur" du méristème apical
de l'axe orthotrope de Phyllanthus
C.R.Acad.Sci., PARIS ,T.260:5327-5329

-1966-Mise en évidence de gradients de
différenciation lors du développement
végétatif de Phyllanthus amarus Schum.
et Thonn. (EUPHORBIACEAE)
C.R.Acad.Sci., T.262:1228-1231

-1969-Etude expérimentale de la morphogenèse
et plus spécialement de la floraison
d'un groupe de Phyllanthus
(EUPHORBIACEAE) à rameaux dimorphes
Ann.Sci.Nat.Bot., 12ème sér., 10:127-224

-1972-Action des feuilles sur le système
vasculaire des rameaux plagiotropes
au travers de quelques espèces de

Phyllanthus à rameaux dimorphes

Phytomorphology, 22(2):181-194

- BANCILHON L.-1966-Actions régulatrice des jeunes
 NEVILLE P. organes latéraux à rôle assimilateur
 sur l'activité du méristème de la tige
 principale chez Phyllanthus distichus
 Mull.Arg. et Gleditsia triacanthos L.
 C.R.Acad.Sci., PARIS, T. 263:1830-1833

- BANCILHON L.-1963-Observations sur la morphogenèse de
 NOZERAN R. l'appareil végétatif de Phyllanthus
 ROUX J. herbacés
 Nat.Monspeliensia, Ser.Bot., 15:4-12

- BARCELLOS de SOUZA I.-1984-Aspects de la multiplication
 végétative chez Callisia
fragans Lindl.
 (COMMELINACEAE)
 D.E.A., Université Pierre et
 Marie CURIE, PARIS VI, 101 p+7
 tableaux

- BARCELLOS de SOUZA I.-1986-Evolution de paramètres
 LAURI P.E. morphologiques au cours du
 BLANC P. cycle de croissance de
Callisia fragans
 (COMMELINACEAE)

BARKER S.B.-1973-Quantitative morphometry of the

CUMMING G. branching structure of trees

HORSFIELD K. J.Theor.Biol., 40:33-43

BARTHELEMY D.-1986-a:Relation entre la position des

complexes reitérés sur un arbre et

l'expression de leur floraison :

l'exemple de trois espèces

tropicales .

Nat.Monspeliensia,colloque interna-

tional sur l'arbre,1986,pp71-100

-b:Establishment of modular growth in

a tropical tree:Isertia coccinea

vahl.(RUBIACEAE)

Phil.Trans.R.Soc.Lond.,B.313:89-94

-1988-Architecture et sexualité chez

quelques plantes tropicales:le

concept de floraison automatique

Thèse de Doctorat,Université des

Sciences,MONTPELLIER II,250p,50

planches

BARTHOUS H.-1979-a-Corrélations intercroissances dans une

BUIS R. série organique en développement

C.R.Acad.Sci.,PARIS,T.289,Sér.D:789-792

-b-Analyse des corrélations

interorganiques au cours du
développement de l'axe
végétatif du Mirabilis jalapa L.

II. Corrélations intra-série organique
(entre-noeuds et feuilles)

Ann.Sci.Nat., Bot., PARIS, 13ème Sér., Vol.1
:189-198

-1981-Analyse des corrélations interorganiques
au cours du développement de l'axe
végétatif du Mirabilis jalapa L.

III. Les profils dimensionnels

Ann.Sci.Nat., PARIS, 13ème Sér., T.2 et 3
:39-50

BELL A.D.-1986-The simulation of branching patterns in
modular organisms

Phil.Trans.R.Soc.Lond., B 313:143-159

BLACKMAN V.H.-1919-The compound interest law and plant
Growth

Ann.Bot., 33:353-360

BLANC P.-1977-Contribution à l'étude des ARACEES

I-Remarques sur la croissance monopodiale

II-Remarques sur la croissance sympodiale

chez l'Anthurium scandens Engl., le

Philodendron fenzlii Engl et le Philoden-
dron speciosum Schott.

Rev.Gén.Bot., 84:115-126 et 319-331

- 1978-Aspects de la ramification chez des
ARACEES tropicales
Doctorat 3ème cycle, Université Pierre et
Marie CURIE, PARIS VI, 83 p, 46 fig.
- 1980-Observations sur les flagelles des ARACEAE
Adansonia, ser. 2, 20(3):325-338
- 1982-Alternance de cataphylles et de feuilles
assimilatrices chez les ARACEAE,
implications écologiques
Mém. du M.N.H.N., ser. A., ZOOLOGIE,
T 132:263-272
- BLOCH R. -1952-GOETHE, Idealistic morphology and Science
Am. Scientist, Vol. 40, n°2:313-322
- BOARDMAN N.K. -1977-Comparative photosynthesis of sun and
shade plant
Ann. Rev. Plant. Physiol., 28:355-77
- BOITEAU P. -1981-Flore des APOCYNACEES de la Nouvelle
Calédonie et Dépendances
M.H.N.H., Laboratoire de Phanérogamie,
16 rue Buffon, PARIS V, T9, 302p+planches
- BOND W. J. -1986-Allometry and Sexual differences in
MIDGLEY J. leaf size
Saasveld Forest Research Center, Private

Bag X6515 ,George 6530,SOUTH AFRICA,16p

BONSACK F.-1978-Aspects épistémologiques des notions de
corrélation et de causalité
Colloque élaboration et justification
des modèles en Biologie,
PARIS,9-14/10/1978,3p

BONZON B. -1964-Description et mode d'utilisation d'un
appareil de mesure photoélectrique des
surfaces végétales
Fruits,Vol 19,n°10:577-581

BORCHERT R.-1976-a:Differences in shoot growth patterns
between Juvenile and adult trees and
their interpretation based on systems
analysis of trees
Acta Hortic.,56:123-130

-b:The concept of juvenility in woody
plants
Acta Hortic.,56:21-36

-1983- Phenology and control of flowering in
tropical trees
Biotropica,15(2):81-89

BORCHERT R.-1981-Bifurcation ratios and the adaptative
SLADE N.A. geometry of trees
Bot.Gaz.,142(3):394-401

BORCHERT R.-1984-Architecture and crown geometry in

TOMLINSON P.B. Tabebuia rosea (BIGNONIACEAE)

Amer.J.Bot.,71(7):958-969

BORY G.-1986-Floraison et métabolites de réserves chez

Ailanthus glandulosa Desf.(SIMARUBACEAE)

Nat. monspeliensia,colloque interna-

tional sur l'arbre,pp 509-522

BOYER J.-1974-Etude écophysiological du développement

de cacaoyers cultivés au Cameroun

Relation entre le cycle climatique

annuel et l'activité végétative

Café cacao thé,n°1,Vol.23:3-14

BUIS R.-1987-Quelques problèmes de modélisation au

niveau d'un système végétal complexe:

organisme,appareil organique,organe

In"Le développement des végétaux:aspects

théoriques et synthétiques",MASSON,ed.Le

GUYADER ,pp 309-327.

CASTRO DOS SANTOS A.de.-1981-L'appareil végétatif des

Monocotylédones

Un essai de synthèse

Thèse de 3ème cycle,

Université des Sciences,

MONTPELLIER II,249p

CHALONER W.G.-1983-Leaf and stem growth in the lepidodendrales
MEYER BERTHAU B.

Bot.J.Linn.Soc.,Vol,n°1/2:135-148

CHAMPAGNAT P.-1969-CROISSANCE MORPHOGENESE

chap X:218-249

In "Précis de Biologie Végétale III",

CHAMPAGNAT P.,BAILLAUD L.

MASSON et Cie eds,PARIS

-1974-Introduction à l'étude des complexes
de corrélations

Rev.Cytol.Biol.Vég.,37:175-208

-1983-Quelques particularités biologiques
des arbres

Bull.Soc.Bot.Fr.,130,actuai.bot.,

(2):11-20

-1987-Deux aspects du développement des
végétaux

In"Le développement des

végétaux.aspects

théoriques et synthétiques",

MASSON,LE GUYADER ed.,pp3-21

CHAMPAGNAT P.-1974-Morphogenetical constraints and

CRABBE J.J. Training of fruit Trees

Proc.XIX th Intern. Hortic.Congress,

WARSAWA,Vol.III:125-136

CHAPERON H.-1979-Maturation et bouturage des arbres
forestiers
AFOCEL-Etudes et recherches, Vol.12
:19-31

CHARLES EDWARDS D.A.-1979-A model of flowering in
COCKSHULL K.E. Chrysanthemum
HORRIDGE J.S. Ann. Bot., 44:557-566
THORNLEY J.H.M.

CHOUARD P.-1951-Premières recherches sur la néoténie
expérimentalement provoquée par le
photopériodisme chez les plantes à
fleurs
Bull.Soc.Bot.Fr., 98:273-276

-1962-Quelques réflexions sur la physiologie
de la floraison
Bull.Soc.Bot.Fr., 109:219-241

CHUAH M.S.-1977-Exemples de corrélations quantitatives
entre quelques paramètres déterminant la
forme végétale
Thèse de Doctorat de Spécialité de
Sciences biologiques, Université des
Sciences, MONTPELLIER II, 99p

COOK O.F.-1916-Branching and flowering habits of Cacao
and Patashte

Contrib. US. National Herbarium, 17, 8: 609-
625

COOMBE D.E. -1960-Analysis of the growth of Trema
guineensis
J. Ecol., 48: 219-231

COOMBE D.E. -1962-An analysis of the growth of Musanga
HADFIELD W. cecropioides
J. ecol., 50: 221-234

CORNER E.J.H. -1949-The Durian theory or the origin of
the modern tree
Ann. Bot., 13(52): 367-414

-1953-The Durian theory extended -I-
Phytomorphology, 3(4): 465-476

-1954-The Durian theory extended-II-
Phytomorphology, 4(1,2): 152-164

-1954-The Durian theory extended-III-
Phytomorphology, 4(4): 262-274

-1964-La vie des plantes
trad. fr. par Léo DILE
STOCK Ed., 316p

-1975-Prototropic organisms -XIII-
Tropical trees ,thick twig ,big leaf
Theoria to theory ,9:33-43

COSTES E.-1983-Traumatismes destinés à améliorer la
production des arbres fruitiers tropicaux
D.E.A., Université des Sciences ,
MONTPELLIER II ,81p

-1988-Analyse architecturale et modélisation
du Litchi (Litchi chinensis Sonn.)-
Contribution à l'étude de son
irrégularité de production à l'île de la
REUNION
Thèse de Doctorat ,Université des
Sciences,MONTPELLIER II,218p +annexes

CRABBE J.J.-1968-Quelques observations préliminaires
sur la rythmique de la croissance
chez des boutures de pommier
Bull.Soc.R.Belg.,Tome 101:187-193

-1969-a-Etude préliminaire de la compétition
entre deux pousses végétatives,chez
des semis de pommier.Effets de leurs
positions relatives et de divers
traitements affectant leur croissance
Bull.Rech.Agron.Gembloux,NS,TomeIV,
n°2:189-197

-1969 Influences foliaires sur la
croissance de la pousse annuelle du

pommier

-b-I: Effets de défoliations totales et
partielles sur l'élongation et la
durée d'activité de la pousse
Bull.Rech.Agron.Gembloux, NS, Tome IV,
n°2:198-205

-c-II: Effets de défoliations partielles
et répétées sur le rythme d'activité
apicale et l'élongation de l'axe
principal
Bull.Rech.Agron.Gembloux, NS, Tome IV,
n°2:206-219

-d-III: Effets de la suppression de
jeunes feuilles sur la levée
d'inhibition et le développement des
bourgeons axillaires
Bull.Rech.Agron.Gembloux ,NS, Tome V,
n°1/2:133-151

-1984-a-Morphological ways towards vigor
restriction in spontaneous and man
made dwarf-trees
Acta Hortic.,146:113-120

-b-Vegetative vigor control over
location and fate flower buds, in
fruit trees

Acta Hortic.,149:55-63

- 1986-Hiérarchie et opportunisme dans le
développement de l'appareil caulinaire
des arbres
Approches morphogénétiques concernant
les facteurs régissant la ramification
Nat.Monspeliensia,colloque
international sur l'arbre,pp339-350

- 1987-Aspects particuliers de la morphogenèse
caulinaire des végétaux ligneux et
introduction à leur étude quantitative.
Publi.de l'IRSIA,rue de Crayer 6,1050
BRUXELLES,BELGIQUE ,116p

CREMERS G. -1973-Architecture de quelques lianes
d'AFRIQUE tropicale
Candollea,28:249-280

- 1974-Architecture de quelques lianes
d'AFRIQUE tropicale
Candollea,29:57-110

CROTTY W. J.-1955-Trends in the pattern of primordial
fern Acrostichum daneaefolium
Ann.J.Bot.,42:627-636

CUSSET G.-1982-The conceptual basis of plant morphology

Acta biothoor.,31 (A)(1-3)

Symposium on plant morphology and
morphogenesis ,Int.Bot.Congress,
Sydney,1981,pp 8-16

DARWIN C.-1859-L'origine des espèces

Traduction française par Edmond BARBIER,
SCHLEICHER frère ed.,
PARIS,1860,604p

DAUGET J.M.-1981-Essai sur l'architecture des coraux

D.E.A.Ecologie Tropicale,
Université des Sciences,MONTPELLIER II,
38p

-1985-La réaction aux traumatismes:

comparaison entre les arbres et les
coraux

Rev.Ecol.(Terre et Vie),40:113-118

-1986-Application des méthodes archi-

tecturales aux coraux,quelques traits
communs aux formes fixées

Thèse de Doctorat,Université des
Sciences,MONTPELLIER II,245p,61 figs
+11 planches

EDELIN C.-1977-Images de l'architecture des conifères

Thèse,mention Biologie Végétale
Université des Sciences,MONPELLIER II,

225p

-1984-1'Architecture monopodiale:l'exemple de
quelques arbres d'ASIE tropicale
Th.Doct.Etat,Université des Sciences,
MONTPELLIER II,258p

EDELIN C.-1988-Ontogenèse et paramètres structuraux chez
GALTIER J. des végétaux tropicaux actuels et
fossiles
Colloque C.N.R.S.,A.S.P. Evolution
PARIS,16-19 MAI 1988,résumé p.27

EGGERT D. A.-1961-The ontogeny of carboniferous
arborescent Lycopsidea
Palaeontographica,108,I:43-65,II:66-92

EMBERGER L.-1952-Tige,racine,feuille
Ann.Biol.,T.28,Fasc.5/6:109-128

-1960-Traité de Botanique
T.II-Les végétaux vasculaires
Fasc.I
MASSON.PARIS,753p

ERICKSON R.O.-1957-The plastochron index
MICHELINI F.J. Amer.J.Bot.,Vol.44,n°4:297-305

ETIFIER E.-1981-Données sur la stratégie de croissance

de quelques lianes tropicales

D.E.A.Ecologie Tropicale, Université des
Sciences, MONTPELLIER II, 56p

EVANS G.C.-1972-The quantitative analysis of plant
growth

Blackwell Scientific publications,
OXFORD , 734p

FARMER J.B.-1918-On the Quantitative differences in the
water-Conductivity of the wood in Trees
and shrubs

Part I: The evergreens

Proc.R.Soc.LONDON., Ser.B, T. 90: 218-250

FISHER J.B.-1978-A quantitative study of Terminalia
branching

In: "Tropical trees as living systems",
TOMLISON and ZIMMERMANN eds,
CAMBRIDGE Univ.Press, pp285-320

-1980-Morphogenetic effects of gibberellins
and other growth regulators on palms
In "Petaloid Monocotyledons", Linn.Soc.
Symp., C.D.BRICKELL, D.F.CUTLER and
M.GREGOR eds., Ser.8, Academic Press
, LONDON, pp 21-32

-1984-Tree architecture : Relationships
between structure and function

In "Contemporary problems in plant anatomy", WHITE R.A. and DICKINSON W.C. (eds), Academic Press, ORLANDO Fla, pp541-589

-1986-Branching patterns and angles in trees
In GIVNISH J.J. ed, "On the economy of plant form and function",
Cambridge University Press ,
CAMBRIDGE, pp493-523

FISHER J. B.-1982-Plasticity of tree architecture:
HIBBS D.E. specific and ecological variations
found in AUBREVILLE'S MODEL
Amer.J.Bot., 69(5):690-702

FISHER J. B.-1985-Tree architecture of Neea
WEEKS C.L. (NYCTAGINACEAE): Geometry and
simulation of branches and the
presence of two different models
Bull.Mus.Nat.Hist.Nat., Sect.B
Adansonia, 4:385-401

FORESTA H.De.-1981-Premier temps de la régénération
naturelle après exploitation
papetière en forêt tropicale humide
Thèse de 3ème cycle,
Université des Sciences,
MONTPELLIER II, 124p+tableaux
et planches

FRANCLET A.-1979-Rajeunissement des arbres adultes en
vue de leur propagation végétative
AFOCEL-Etudes et Recherches, Vol 12:3-18

FRANCON J.-1984-Arbres et nombres de Strahler dans
diverses sciences
Revue du Palais de la découverte,
Vol.12,n° 120

FRANQUIN P.-1972-Modèles mathématiques de structure
chez les végétaux
Cah.ORSTOM, ser.BIOL.,17:3-21

GALTIER J.-1975-Variabilité anatomique et ramification
des tiges de Calamopitys
C.R.Acad.Sci.,PARIS,Ser.D,280:1967-1969

GANRY J.-1977-Détermination "in situ" du stade de
transition entre la phase végétative et
la phase florale chez le bananier ,
utilisant le "coefficient de vitesse de
croissance des feuilles"-Essai
d'interprétation de quelques processus
de développement durant la période
florale
Fruits, Vol.32,n°6:373-386

GATSUK L.E.-1980-Age states of plants of various growth
SMIRNOVA O.V. forms:a review

VORONTZOVA L.I. J.Ecol., 68:675-696

ZAUGOLNOVA L.B.

ZHUKOVA L.A.

GILL A.M. -1971-Studies on growth of red mangrove

TOMLINSON P.B. (Rhizophora mangle L.)

II-Growth and differentiation of aerial
roots

Biotropica, 3:63-77

GOEBEL K.-1898/1901-Organography of plants especially

Archegoniatae and Spermaphyta

T1 et T2

Trad.anglaise ,1969,

NEW YORK and LONDON ,Hafner

Publishing company, 3 Vol.

GOETHE J.W.Von-1790-An attempt to interpret the metamor-
phosis of plants

Trad.anglaise, ARBER A., 1946,

Chron.Bot., Vol.10, n°2:90-116

GOTTLIEB L.B.-1986-The genetic basis of plant form

Phil.Trans.R.Soc.Lond., B 313:197-208

GREATHOUSE D.C.-1971-The shoot-growth rhythm of a

LAETSCH W.M. tropical Tree, Theobroma cacao

PHINNEY B.O. Amer.J.Bot., 58(4):281-286

GUENOD A.-1951-Du rôle de la feuille dans l'édification

de la tige

Bull.Soc.Sci.Nat.,TUNIS,n°4:3-15

HALLE F.-1986-Modular growth in seed plants

Phil.Trans.R.Soc.Lond.,B 313:77-87

HALLE F.-1986-L'analyse architecturale des arbres

EDELIN C. In "6ème colloque sur les recherches
fruitières" ,BORDEAUX ,DEC.1986,
CTIFL-INRA,pp 5-19

HALLE F.-1968-Etude de la croissance rythmique chez

MARTIN R. l'hévéa (Hevea brasiliensis Müll.Arg.-
EUPHORBIACEAE-CROTONOIDEAE)
Adansonia,8(4) :475-503

HALLE F.-1970-Essai sur l'architecture et la dynamique

OLDEMAN R.A.A. de croissance des arbres tropicaux
MASSON éd.,PARIS,178p

HALLE F. -1978-Tropical trees and Forest .An

OLDEMAN R.A.A. architectural analysis

TOMLINSON P.B. Springer Verlag,NEW YORK,HEIDELBERG
(HOT) ,BERLIN,441p,111Fig.

HARDWICK R.C.-1986-Physiological consequences of

modular growth in plants

Phil.Trans.R.Soc.Lond.,B 313:161-173

HARPER J.L.-1977-Population biology of plants

Academic Press,LONDON,NEW YORK,SYDNEY
,SAN FRANCISCO,TORONTO,892p

HELLER R.-1978-Abrégé de physiologie végétale

T2-développement

MASSON et Cie,PARIS,215p

HOLMES J.-1977-Variabilité morphologique du système

caulinaire de Psalixochlaena cylindrica

C.R.Acad.Sci.,284:1761-1764

HONDA H.-1971-Description of the form trees by the

parameter of the tree like body:

Effects of the branching angle and the

branch length in the shape of the tree

like body

J.Theor.biol.J.,31:331-338

HONDA H.-1979-Ratio of tree branch lengths the

FISHER J.B. equitable distribution of leaf clusters

on branches

Proc.Nat.Acad.Sci.,(USA)76:3875-3879

HONDA H.-1981-Computer simulation of branch interaction

TOMLINSON P.B.and regulation by unequal flow rates in

FISHER J.B. botanical trees

Amer.J.Bot.,68:569-585

-1982-Two geometrical models of branching in
botanical trees
Ann.Bot.,49:1-11

HOWARD R.A.-1974-The stem-node-leaf continuum of the
Dicotyledoneae
J.Arnold Arbor.,Vol.55,n°2:125-179

HUC R.-1975-Contribution à l'étude de la métamorphose
chez quelques angiospermes lianescentes
D.E.A.Biologie Végétale,Option
Botanique trop,Université des Sciences,
MONTPELLIER II,36p

-1977-Introduction à l'étude de la transmission
héréditaire des caractères architecturaux
Thèse de spécialité,mention Biologie
végétale,
Université des Sciences ,MONTPELLIER II,88p

HUET J.-1972-Etude des effets des feuilles et des fruits
sur l'induction florale des brachyblastes
du Poirier
Physiol.Vég.,10(3):529-545

JANZEN D.H.-1969-Allelopathy by myrmecophytes:The ant
Azteca as an allelopathic agent of
Cecropia
Ecology.,Vol.150,n°1:147-153

-1973-Dissolution of mutualism between
Cecropia and its Azteca ants
 Biotropica, 5(1):15-28

JARVIS P.G.-1964-Growth rates of woody plants

JARVIS M.S. Physiol.plant., Vol.17:654-666

JAY ALLEMAND C.-1986-Caractérisation de la croissance

CORNU D. annuelle du noyer(Juglans sp)par

MACHEIX J.J. des marqueurs endogènes de nature
 phénolique

Naturalia monspeliensia ,colloque
 international sur l'arbre,
 pp 535-546

JEANNODA- -1977-Contribution à l'étude de l'archi-

ROBINSON V. tecture des herbes

Th.Doct.de spécialité,
 Université des Sciences,
 MONTPELLIER 11,76p

JEUNE B.-1984-Etude biométrique comparée de la
 croissance de feuilles et de tiges
 de Dicotylédones

Bull.Soc.Bot.Fr.,131,Lettres
 Bot.,(2):111-120

KAHN F.-1977-Analyse stucturale des systèmes racinaires
 des plantes ligneuses de la forêt tropicale

dense

Candollea, 32: 321-358

-1978-Architecture et dynamique spatiale

racinaires chez les plantes ligneuses des
zones forestières tropicales humides

Exposé pour le symposium sur les racines
(CNRF-IUFRO), NANCY, 11-15/9/78, ORSTOM, 16p

-1980-Comportements racinaire et aérien chez les

plantes ligneuses de la forêt tropicale
humide (Sud-Ouest de la COTE D'IVOIRE)

Adansonia, ser. 2, 19(4): 413-427

KOBAYASHI S.-1975-Growth analysis of plant as an assem-

blage of internodal segments

A case of sunflower plants in pure
stands

Jpn. J. Ecol., Vol. 25, n° 2: 61-70

KOZLOWSKI T.T.-1963-Growth characteristic of forest Trees

J. For., n° 61: 655-662

-1964-Shoot growth in wody plants

Bot. Rev., Vol. 30(3): 335-392

-1971-Growth and development of trees,

Vol. 1

Academic Press. N Y, S F, LONDON, 443p

KOZLOWSKI T.T.-1966-Food relation of woody plants

KELLER T. Bot.Rev.,Vol.32,n°4:293-382

LARSON P. R.-1963-Stem form development of forest trees

Society of American Foresters(USA),

Forest Science-monograph 5:1-42

LAURI P.E.-1982-Corrélation entre paramètres structuraux

chez les plantes vasculaires

Essai de vérification quantitative de la
théorie du Durian

D.E.A.,Université des Sciences,

MONTPELLIER II,39p

LECRENIER A.-1962-Relation entre la surface foliaire

et la formation des boutons chez le
poirier

Ann.Gembloux,68(2):174-188

LEE D.W.-1979-Abaxial anthocyanin layer in leaves of

LOWRY J.B. tropical rain forest plants:

STONE B.C. Enhancer of light capture in deep shade

Biotropica,11(1):70-77

LEE D.W.-1980-Young leaf anthocyanin and Solar

LOWRY J.B. Ultraviolet

Biotropica,12(1):75-76

LEE D.W.-1987-The selective advantages of anthocyanins

SMITH A.P. in developing leaves of mango and cacao

Biotropica, 19(1):40-49

LE GUYADER H.-1985-Les langages de la théorie en

Biologie

Th.Doct., Université de ROUEN, 481p

-1987-La phyllotaxie: position du problème

In "Le développement des végétaux:

aspects théoriques et synthétiques"

LE GUYADER éd., MASSON, pp43-58

LENT R.-1966-The origin of the cauliflorous

inflorescence of Theobroma cacao

Turrialba, 6, 4:352-358

LINDENMAYER A.-1982-Rules of Growth:some comments on

Erickson's models of Plant Growth

Acta.Biotheor(Supplement),

Vol.31A:152-161

LONGMAN K.A.-1972-Environmental control of shoot

growth in tropical trees

In "Essays in forest meteorology:an

ABERYSTXYTH Symposium, ed.J.A.TAYLOR,

pp157-167

-1978-Control of flowering for forest tree

improvement and seed production

Sci.Hortic., Vol.30-n°1:1-10

LÜCK H.B.-1966-Mensuration multiple en morphologie.Essai
d'une classification de la forme fouaire
chez Tradescantia fluminensis Vell.

Bull.Soc.Bot.Fr.,Mémoires:20-27

-1975-Elementary behavioural rules as a
foundation for morphogenesis

J.Theor.Biol.,54:23-24

-1977-Sur la description des phénomènes et la
reconnaissance des structures en
morphologie végétale

In"Acta du IVème Séminaire international
d'épistémologie de philosophie et
d'histoire des Sciences de l'abbaye de
SENANQUE",P GAVAUDAN éd.,
éd.EIFFEL,PARIS,pp1-8

LÜCK J.-1980-Croissance différentielle et modèles de

LÜCK H.B. ramifications

Bull.Soc.Bot.Fr.,127 Actual.Bot.(2):53-58

LÜCK J.-1981-Proposition d'une typologie de

LÜCK H.B. l'organisation cellulaire des tissus
végétaux

1^{er} Sém.Ec.Biol.Théor.,CNRS,PARIS,

1-4 Juin 1981:335-371

LÜCK J.-1982-Generation of 3-dimensional plant bodies
 LÜCK H.B. by double wall map and stereomap systems
 Springer Lect.Notes Comp.Sci.,13p

Mc MAHON T.-1973-Size and shape in Biology
 Science,Vol.179:1201-1204

MARGARA J.-1982-Bases de la multiplication végétative-
 Les méristèmes et l'organogenèse
 INRA,262p

MEDARD R.-1972-Morphogenèse du Manioc
 Compte-rendu de travail 1969-1972
 Doc.dactylographié,Université de
 BRAZAVILLE,Texte:54p,Photos:28p

MIDGLEY J.-1986-Leaf size and inflorescence size may
 BOND W. be allometrically related traits
 Saasveld Forestry Research Centre,
 Private bag X6515,George 6530
 -SOUTH AFRICA,15p

MINISTERE de la-1980-Mémento de l'agronome
 COOPERATION Edité par le MINISTERE de la
 COOPERATION,1591p

MORIN E.-1977-La méthode I:La nature de la nature
 Ed. du SEUIL,PARIS,399p

-1980-La méthode 11:La vie de la vie
Ed. du SEUIL,PARIS,472p

NOZERAN R.-1978-Réflexions sur les enchaînements de
fonctionnements au cours du cycle
des végétaux supérieurs
Bull.Soc.Bot.Fr.,125:263-280

-1984-Integration of organismal development
In"Positional controls in plant
development",ed.by PW.BARLOW and D.J.
CARR ,CAMBRIDGE University Press,
pp375-401

-1986-Le mouvement morphogénétique
spécialement chez les végétaux
supérieurs pérennes
Nat.Monspeliensia ,Coll.International
sur l'arbre,pp415-430

NOZERAN R.-1971-Intervention of internal correlations
BANCILHON L. in the morphogenesis of higher plants
NEVILLE P. Adv.Morphog.,9:1-66

NOZERAN R.-1982-Réflexions sur les problèmes de
DUCREUX G. rajeunissement chez les végétaux
ROSSIGNOL- Bull.Soc.Bot.Fr.,129
BANCILHON L. Lettres Bot.,(2):107-130

NOZERAN R.-1974-Morphogenèse des feuilles et des

- NEVILLE P. bourgeons: résultante d'interactions
multiples
Rev.Cytol.et Biol.Vég.,37:217-242
- OLDEMAN R.A.A.-1972-L'architecture de la végétation
ripicole forestière des fleuves et
criques guyanais
Adansonia,Sér.2,12(2):253-265
- 1974-L'architecture de la forêt guyanaise
Mémoires ORSTOM,n°73,204p
- OOHATA S.I.-1971-Studies on the branching structure of
SHIDEI T. trees
I-Bifurcation ratio of trees in
Horton's law
Jpn.J.Ecol.,Vol.21 n°1-2:7-14
- ORSTOM -1981-Atlas de NOUVELLE CALEDONIE
Publié par l'ORSTOM
- PRALORAN J.C.-1971-Les Agrumes
Maisonneuve et Larose ed.,PARIS,565p
- REFFYE Ph. De.-1973-Analyse multivariante sur les
cafeiers hybrides Arabusta
Institut Français du café et du
cacao ,27p.
- 1976-Modélisation et simulation de
la verse du cafeier,à l'aide de la

théorie de la résistance des
matériaux

Café cacao thé, Vol-XX, n°4:251-272

-1978-Architectures d'arbres tropicaux
dessinées par un ordinateur à table
traçante
Institut Français du Café-Cacao,
14 planches

-1979-Modélisation de l'architecture des
arbres par des processus
stochastiques, Simulation spatiale des
modèles tropicaux sous l'effet de la
pesanteur-Application au Coffea
robusta
Th.Doct.es Sci.,
PARIS Sud, Centre d'ORSAY, 194p

-1981-Modèle mathématique aléatoire et
simulation de la croissance et de
l'architecture du cafeier robusta
I-Etude du fonctionnement des
méristèmes et de la croissance des axes
végétatifs
Café Cacao Thé, 25(2):83-104

-1983-Modèle mathématique aléatoire et
simulation de la croissance et de
l'architecture du cafeier robusta

Café Cacao Thé, 27(4):3-20

REFFYE Ph.De.-1987-L'arbre à l'heure de l'informatique

EDELIN C. 14ème.Congrès Mondial de la
fédération internationale des
architectes paysagistes,Atelier n°3,
11p,IFLA-PARIS

REFFYE Ph.De.-1986-Simulation de l'architecture des

EDELIN.C. arbres

JAEGER M. Nat.Monspeliensia, coll.international

CABART C. sur l'arbre, pp223-240

REFFYE Ph.De.1977-Observation sur la pollinisation libre

LUCAS P. chez Theobroma cacao:analyse

PARVAIS J.P. mathématique des données et
modélisation

Café Cacao Thé,21(4):253-262

REFFYE Ph.De.-1978-Influence des aléas de la pollinisa-

PARVAIS J.P. tion sur les rendements du cacaoyer

MOSSU G. Modèles mathématiques et simulation

LUCAS P. Café Cacao Thé,22(4):251-274

REFFYE Ph.De.1976-Modèle mathématique de base pour

SNOECK J. l'étude et la simulation de la
croissance et l'architecture du Coffea
robusta

Café Cacao Thé,Vol XX n°1:11-31

- ROBBINS W.J.-1964-Topophysis,a problem in somatic inheritance
Pro.Ann.Phil.Soc.,Vol.108 n°5:395-403
- ROBINSON L.W.-1969-Experiments on the juvenile-adult
WAREING P.F. phase change in some woody species
New.Phytol.,68:67-78
- SABATIER D.-1983-Fructification et dissémination en forêt guyanaise
Th.3ème cycle,Université des Sciences
MONTPELLIER II,238p+annexes
- SCARRONE F.-1969-Recherches sur les rythmes de croissance du manguier et de quelques végétaux ligneux malagasy
Th.Doct.Université de CLERMONT-FERRAND,
438p+planches
- SCHECKLER S.E.-1976-Ontogeny of progymnosperms
I-Shoots of Upper Devonian Aneurophytales
Can.J.Bot.,54:202-219
- SCHMIDT A.-1924-Histologische Studien an phanerogamen Vegetationspunkten
Bot.Arch.,8:345-404
- SCHWARTZ D.-1963-Méthodes statistiques à l'usage des

médecins et des biologistes
 FLAMMARION Médecine Sciences, Coll.
 statistique en biologie et en
 médecine, 318p

SHINOZAKI K.-1964-A quantitative analysis of plant form
 YODA K. The pipe model Theory
 HOZUM K. I-Basic Analyses
 KIRA T. Jpn.J.ecol., Vol.14, n°3:97-105

SIMMONDS N.W.-1982-Bananas
 Tropical Agriculture Series, 2ème ed.
 LONGMAN ed., LONDON and NEW YORK, 511p

SINNOT E. W.-1936-The relation of organ size to tissue
 development in the stem
 Am.J.Bot., 23:418-421

STEVENS P.S.-1974-Patterns in nature
 LITTLE, BROWN and C° BOSTON-TORONTO
 (Adaptation française : 1978 par
 MATRICON J. et MORELLO D., "Les formes
 dans la nature"
 Seuil ed., PARIS, 240p)

TAKHTAJAN A.-1969-Flowering plants-Origin and dispersal
 Trad. par C. JEFFREY (Kew), 1969
 OLIVIER and BOYD, EDINBURGH, 310p

TEMPLE A. 1977-ERICACEAE: polymorphisme architectural

d'une famille des régions
tempérées et tropicales d'altitude
C.R.Acad.Sc.,PARIS,T.284,Ser.D:163-166

THIEBAUT B.-1981-Observations sur la croissance et la
PAYRI C. floraison du hêtre(Fagus sylvatica L.)
VIGNERON Ph. Nat.Monspeliensia,ser.Bot.
PUECH S. Fasc.48:25,1 planche

THOM R.1972-Stabilité structurelle et morphogénèse
Essai d'une théorie générale des modèles
W.A.BENJAMIN INC.,
Advanced book program,
Reading Massachussetts,362p

THORNLEY J.H.M.-1980-A catastrophe model for the switch
COCKSHULL K.E. from vegetative to reproductive
growth in the shoot apex
Ann.Bot.,46:333-341

TOMLINSON P.B.-1964-Stem structure in arborescent
Monocotyledons
In"Formation of wood in forest
trees"
M.H.ZIMMERMANN ed.,N Y Academic
Press,pp65-86

-1970-Monocotyledons-Towards an
understanding of their morphology
and anatomy

Adv.Bot.Res.,3:207-292

-1980-Monocotyledonous habit in relation
to morphology and anatomy
In "Petaloid monocotyledons", Linnean
Society Symposium, Serie n°8,
Academic Press.LONDON, pp7-20

-1982-Chance and Design in the
construction of plants
Acta Biotheoretica, Vol.31A:162-183

TOMLINSON P.B.-1973-Establishment growth in woody
ESLER A.E. monocotyledonous native to NEW-
ZEALAND
N.Z.J.Ecol.,11:627-644

TOMLINSON P.B.-1966-Anatomy of the palm Rhapis excelsa
ZIMMERMANN M.H. III-Juvenile phase
J.Arnold Arbor.,47:301-312

TORQUEBIAU E.-1979-The reiteration of the architectural
model a demographic approach to the
tree
(La réitération du modèle
architectural une approche
démographique de l'arbre)
D.E.A., Université des Sciences,
MONTPELLIER II, 51p

- TORT.M.-1987-Point de vue sur la structure et le
fonctionnement des méristèmes primaires
In "Le développement des végétaux, aspects
théoriques et synthétiques",
Le GUYADER ed, MASSON , pp:23-42
- VAN DEN ABEELE M.-1956-Les principales cultures du
VAN DEN PUT R. Congo Belge
3ème éd., BRUXELLES
Direction de l'agriculture, des
forêts et de l'élevage
- VAN STEENIS C.G.G.J.-1963-Définition of the concept
of "inflorescence" with
special reference to ligneous
plants
Flora Malesiana
Bull., 18:1005-1007
- VAROSSIEAU W.W.-1940-On the development of the stem and
the formation of leaves in Coffea
species
Jard.Bot.Buitenz, 50:115-198
- VEILLON J.M.-1976-Architecture végétative de quelques
arbres de l'archipel néo-calédonien
Th.Doct.Univ., Université des Sciences
MONTPELLIER II, 300p+planches
- 1980-Architecture des espèces calédoniennes

du genre Araucaria

Candollea 35:609-640

VERCIER J.-1917-Arboriculture fruitière

PARIS, Librairie HACHETTE, 3ème éd.,

388p

VOGEL M.-1975-Recherche du déterminisme du rythme

de croissance du Cacaoyer

Café Cacao Thé, Vol.19, n°4:265-288

-1977-Influence de la feuille et de l'aoûtement
de la tige sur l'enracinement des boutures
de Cacaoyer, Theobroma cacao L.

STERCULIACEAE

Café Cacao Thé, Vol.21, n°2:91-98

-1978-Existence d'un gradient morphogène au
niveau des bourgeons végétatifs supérieurs
des axes orthotropes chez le Cacaoyer-
Apparition de la plagiotropie

Café Cacao Thé, Vol.22, n°1:13-30

WAREING P.F.-1959-Problems of juvenility and flowering
in trees

J.Linn.Soc., LONDON, Bot., 56:282-289

-1978-Determination in plant development

Bot.Mag., TOKYO, Special Issue, 1:3-17

WHEAT D.-1979-Branch formation in cocoa

(Theobroma cacao L.-STERCULIACEAE)

Turrialba, Vol. 29, n° 4: 275-284

WHITE J.-1979-The plant as a metapopulation

Ann. Rev. Ecol. Syst., 10: 109-145

-1984-Plant metamerism

In "Perspectives on plant ecology"

DIRZO and SARUKHAN eds.,

SUNDERLAND, MASS., pp 15-47

WHITE P.S.-1983-Corner's rules in eastern deciduous

trees: allometry and its implications

for the adaptative architecture of trees

Torrey Bot. Club, Vol. 110, n° 2: 203-212

WHITTAKER R.H.-1968-Dimensional and production relations

WOODWELL G.M. of trees in the Brookhaven forest

J. Ecol., (56): 1-25

WILLIAMS R.F.-1954-Estimation of leaf area for agronomic

and plant physiological studies

Aust. J. Agric. Res., 5: 235-246

ZIMMERMANN M.H.-1978-Hydraulic architecture of some

diffuse-porous trees

Can. J. Bot., 56: 2286-2295